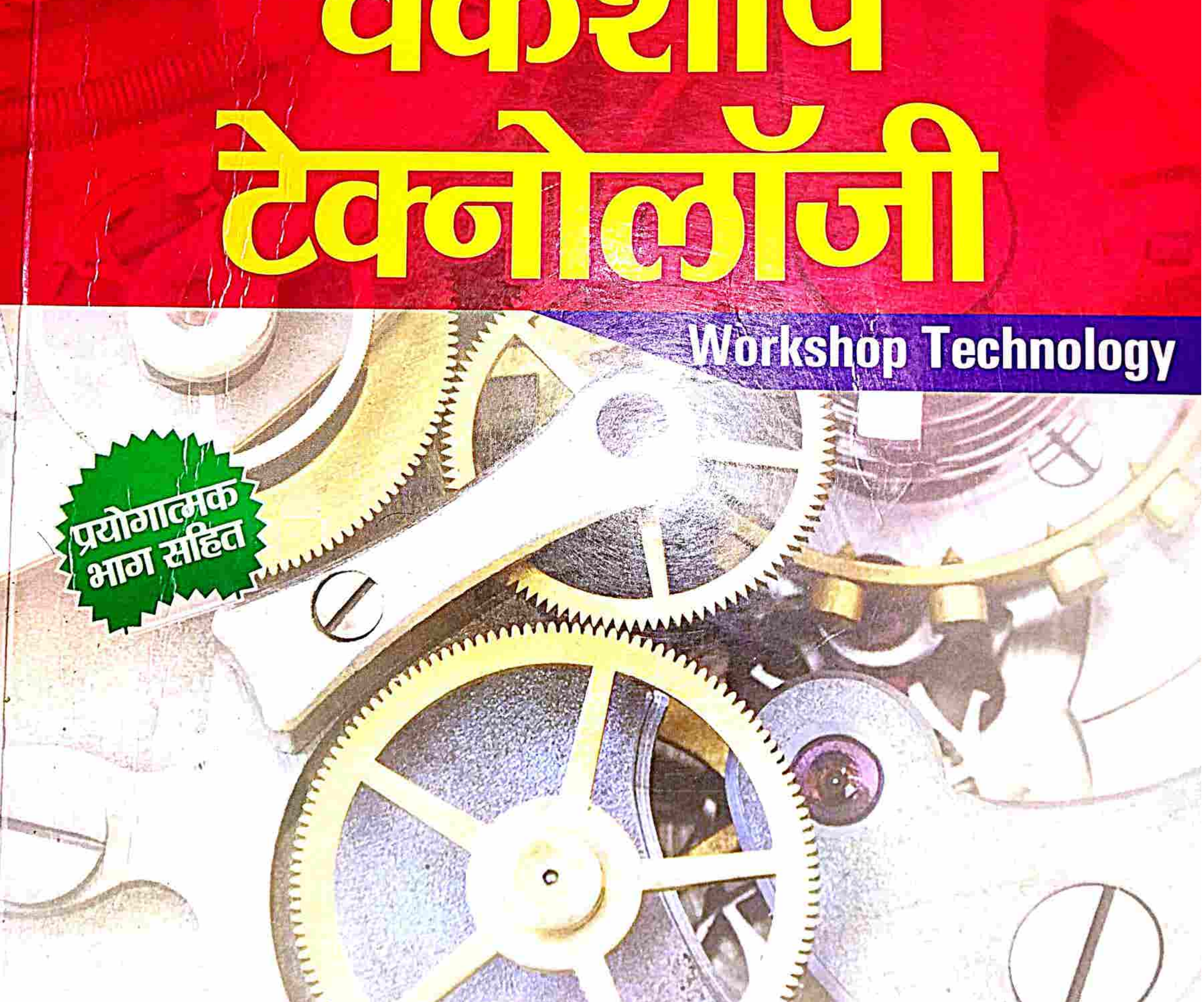
सार्थक

प्राविधिक शिक्षा परिषद् उ॰ प्र॰ द्वारा
स्वीकृत नवीनतम् पाठ्यक्रमानुसार

वर्कशॉप टेक्नोलॉजी

Workshop Technology



Jai Prakash Nath Publications
Meerut

प्राविधिक शिक्षा परिषद् उत्तर प्रदेश द्वारा स्वीकृत नवीनतम् संशोधित पाठ्यक्रमानुसार

सार्थक

वर्कशॉप टैक्नोलॉजी

(WORKSHOP TECHNOLOGY)

(तृतीय सेमेस्टर/द्वितीय वर्ष मैकेनिकल इंजीनियरिंग विद्यार्थियों के लिए)

Aman Gupta.

लेखक :

प्रशान्त भारद्वाज

एसिस्टेंट प्रोफेसर

आई० आई० एम० टी, मेरठ

परामर्शदाता :

सुधीर कुमार पांडेय

एम० टैक (मैकेनिकल इंजी०)

एसिस्टेंट प्रोफेसर

बुद्धा पॉलिटैक्निक कॉलिज, गोरखपुर

प्रकाशक :

जय प्रकाश नाथ पब्लिकेशन्स

गाँधी आश्रम चौराहा

नौचन्दी रोड, मेरठ-250 002 (उ०प्र०)

SYLLABUS

WORKSHOP TECHNOLOGY

L	T	P
4	–	6

Rationale :

Diploma holders are responsible for supervising production processes to achieve production targets and for optimal utilization of resources. For this purpose, knowledge about various manufacturin processes is required to be imparted. Hence the subject of workshop technology.

LEARNING OUTCOMES

- After undergoing the subject, students will be able to:
- Fabricate welding joints using gas welding arc welding, TIG and MIG weldin " of mild steel and stainless steel materials.
- Select suitable (most appropriate) process electrodes, various parameters of process for given job.
- Explain principle of operations of modem welding processes.
- Inspect various welding joints and castings.
- Prepare pattern for given job.
- Select material and type of patterns, cores.
- Prepare sand moulds manually and on machine.
- Select type of moulding sand, adhesives, compact, strength and parameters of sand for given job.
- Cast a mould.
- Identify a suitable furnace, alloying elements
- Carry out debumng of castings.
- Test the properties of moulding sand (permeability, Strength, refractoriness, adhesiveness, cohesiveness).

DETAILED CONTENTS

1. Welding: *(14 Periods)*

Classification and elementary idea of metal forming processes on the basis of the properties of deformability (Plasticity), fusibility and divisibility Viz Rolling, Forging, Drawing, Extruding, Spining, Pressing, Punching, Blanking.

1.1 Welding Process :

Principle of welding. Classification of welding processes, Advantages and limitations of welding, Industrial applications of welding. Welding positions and techniques, symbols. Safety precautions in welding.

1.2 Gas Welding :

Principle of operation, Types of gas welding flames and their applicntions, Gas welding equipment - Gas welding torch, Oxy acetylene cutting torch, Blow pipe, Pressure regulators, Filler rods and fluxes.

1.3 Arc Welding :

Principle of operation, Arc welding machines and equipment, A.C. and D.C. arc welding. Effect of polarity, current regulation and voltage regulation, Electrodes : Classification, B.I.S. specification and selection, Flux for arc welding. Requirements ofpre heating, post heating of electrodes and work piece. Welding defects and their testing methods.

1.4 Other Welding Processes :

Resistance welding: Principle, advantages, limitations, working and applications of spot welding, seam welding, projection welding and percussion welding, Atomic hydrogen welding, Shielded metal arc welding, submerged ;n'c welding, Welding distortion, welding defects, methods of controlling welding detects and inspection of welded joints. Welding defects and inspection.

1.5 Modem Welding Methods :

Methods, Principle of operation, advantages, disadvantages and applications of, Tungsten inert gas (TIG) welding, other welding process, Metal inert gas (MIG) welding. Thermit welding, Electro slag welding, Electron beam welding, Ultrasonic welding, Laser beam welding, Robotic welding.

2. Pattern Making : *(10 Periods)*

Types of pattern, Pattern material, Pattern allowances, Pattern codes as per B.I.S., Introduction to cores, core boxes and core materials, Core making procedure. Core prints, positioning of cores.

3. Moulding and Casting : *(14 Periods)*

3.1 Moulding Sand :

Properties of moulding sand, their impact and control of properties viz. permeability, refractoriness, adhesiveness, cohesiveness, strength, flow ability, collapsibility, Various types of moulding sand,Testing of moulding sand. Safety precautions in foundry.

3.2 Mould Making :

Types of moulds, Step involved in making a mould, Molding boxes, hand tools used for mould making, Molding processes: Bench molding, floor molding, pit molding and machine molding. Molding machines squeeze machine, jolt squeeze machine and sand slinger.

3.3 Casting Processes :

Charging a furnace, melting and pouring both ferrous and non ferrous metals, cleaning of castings, Principle, working and applications of Die casting: hot chamber and cold chamber, Investment and lost wax process, centrifugal casting.

3.4 Gating and Risering System :

Elements of gating system. Pouring basin, sprue, runner, gates, Types of risers, location of risers, Directional solidification.

3.5 Melting Furnaces :

Construction and working of Pit furnace, Cupola furnace, Crucible furnace-tilting type, Electric furnace.

3.6 Casting Defects :
Different types of casting defects, Testing of defects: radiography, magnetic particle inspection and ultrasonic inspection.

4. Metal Farming Process : ***(10 Periods)***

4.1 Press Working- Types of presses, type of dies, selection of press die, die material. Press Operations-Shearing, piercing trimming, punching, notching, shaving, gearing, embossing, stamping.

4..2 Forging—Open die forging, closed die gorging, Press forging, upset forging, swaging, up setters, roll forging. Cold and hot forging.

4.3 Rolling—Elementary theory of rolling. Types of rolling mills. Thread rolling, roll passes. Rolling defects and remedies.

4.4 Extrusion and Drawing—Type of extrusion-Hot and Cold, Direct and indirect, pipe drawing, tube drawing, wire drawing.

5. Plastic Processing : ***(08 Periods)***

5.1 Industrial use of plastics, situation where used.

5.2 Injection moulding-principle, working of injection moulding machine.

5.3 Compression moulding-principle, and working of compression moudling machine.

5.4 Potential and limitations in the use of plastics.

LIST OF PRACTICALS

General introduction to hand tools used in foundry, welding and pattern making and smithy shop.

WELDING SHOP

Job 1. Preparing gas welding joint in vertical/Horizontal position joining M.S. Plates.
Job 2. Exercise on gas cutting of mild steel plate with oxy-acetylene gas torch.
Job 3. Exercise on gas welding of cast iron and brass part or component.
Job 4. Exercise on preparation ofT Joint by arc welding.
Job 5. Exercise on spot welding/seam welding.
Job 6. Exercise on MIG and TIG welding.
Job 7 Exercise on arc welding pipe joint MS.

PATTERN MAKING

Job 1. Preparation of solid/single piece pattern.
Job 2. Preparation of two piece/split pattern.
Job 3. Preparation of a pattern on wooden lathe.
Job 4, Preparation of a self cored pattern.
Job 5. Preparation of a core box.

FOUNDRY SHOP

Job 1. Preparation of mould with solid pattern on floor.
Job 2. Preparation of floor mould of solid pattern using cope.
Job 3. Preparation of floor mould of split pattern in cope and drag of moulding box.
Job 4. Moulding and casting of a solid pattern of aluminum.
Job 5. Preparing a mould of step pulley and also preparing core for the same.
Job 6. A visit to cast iron foundry should be arranged to have firsthand knowledge of cast iron melting pouring and casting.
Job 7. Testing of moisture contents and strength of moulding sand.

FORGING SHOP/FITTING SHOP/SHEET METAL SHOP

Job 1. Preparation of single ended spanner by hand/machine forging.
Job 2. Preparation of simple die
Job 3. Demonstration of spinning process on lathe and spinning a bowl on a lathe machine.
Job 4. Demonstration of grinding process on lathe machine and grinding a job on a lathe machine.
Job 5. Preparation of utility item out of G.I. sheet.
Job 6. Preparation of drilling Jig.

INSTRUCTIONAL STRATEGY

1. Teachers should lay special emphasis in making the students conversant with concepts, principles, procedures and practices related to various manufacturing processes.
2. Focus should be laid in preparing jobs using various machines/equipment in the workshop.
3. Use of audio-visual aids/video films should be made to show specialized openitions.
4. Foreman Instructor should conduct classes of each Workshop explaining use of tools, jobs to be made and safety precautions related to each workshop prior to students being exposed to actual practicals.

RECOMMENDED BOOKS

1. Workshop Technology by BS Raghuvanshi: Dhanpat Rai and Sons Delhi.
2. Elements of Workshop Technology by SK. Choudhry and Hajra : Asia Publishing House.
3. Welding Engineering by RL Aggarwal and T Manghnani; Khanna Publishers, Delhi.
4. A Text Book of Production Engineering by PC Shanna; S Chand and Company Ltd. Delhi.
5. Foundry Technology by KP Sinha and DB Goel; Roorkee Publishing House, Roorkee.
6. A Text Book of Manufacturing Science and Technology by A Manna, Prentice Hall of India, Delhi.

SUGGESTED DISTRIBUTION OF MARKS

Topic No.	Time Alloted (Periods)	Marks Allotted (%)
1	14	25
2	10	20
3	14	25
4	10	20
5	08	10

विषय सूची

- विषय-परिचय 1-21

1. वैल्डिंग (Welding) 22-191
2. पैटर्न निर्माण (Pattern Making) 192-210
3. मोल्डिंग एवं कास्टिंग (Moulding and Casting) 211-266
4. प्रेस टूल (Press Tool) 267-320
5. प्लास्टिक प्रक्रम (Plastic Processing) 321-335

- प्रयोगात्मक कार्य (Practical Work) 336-344

विषय-परिचय (Introduction)

परिचय (Introduction)

सामान्यत: उत्पादन शब्द का अर्थ हस्त-उत्पादन अर्थात् हाथ द्वारा उत्पादन क्रिया से होता है। मैन्यूफैक्चरिंग मूलत: ग्रीक शब्द से लिया गया है जो दो शब्दों से मिलकर बना है एक मैनस (Manus) तथा दूसरा फैक्टस (Factus)। मैनस का अर्थ होता है हस्त (Manual) तथा फैक्टस का अर्थ होता है उत्पादन (Production) अर्थात् "हाथ द्वारा उत्पादन"। किन्तु वर्तमान में इस प्रक्रिया को समस्त उत्पादन प्रक्रियाओं से जोड़कर देखा जाता है। विभिन्न क्षेत्रों के साथ-साथ वर्तमान युग में विज्ञान तथा तकनीकी क्षेत्रों में भी अभूतपूर्व विकास हुआ है। वर्तमान में पुरानी परम्परागत मशीनों का स्थान अधिक सक्षम तथा परिष्कृत मशीनों ने ग्रहण कर लिया है। नई तथा पुरानी सभी उत्पादन संबंधी मशीनों तथा टैक्नोलॉजी का अध्ययन ही हमारे विषय उत्पादन प्रक्रम (Manufacturing Process) का मूलभूत सिद्धान्त हैं।

प्रकृति में उपस्थित सभी धातुओं तथा अधातुओं को उत्पादन प्रक्रम द्वारा उपयुक्त वस्तु में बदलने की प्रक्रिया 5 चरणों में पूर्ण होती है जिनका वर्णन निम्न प्रकार से है। इन्हें पाँच आधारभूत M घटक भी कहा जाता है।

(i) पदार्थ (Material) : साधारणतय: पदार्थ के बिना किसी भी वस्तु के निर्माण की कल्पना भी असंभव है। प्राय: तैयार माल के वांछित गुणों के अध्ययन के पश्चात् ही पदार्थ का चुनाव किया जाता है। इस प्रक्रिया को पदार्थ चुनाव कहा जाता है। पदार्थ से हमारा अभिप्राय कच्चे माल से है। किसी भी तैयार माल की लागत का अनुमान कच्चे माल की लागत से लगाया जा सकता है।

(ii) उत्पादन प्रक्रम (Manufacturing Process) : उत्पादन प्रक्रम विभिन्न उत्पादन संक्रियाओं से संबंधित है जो कि किसी भी कच्चा पदार्थ को तैयार माल में बदलने सम्बन्धित होता हैं। उत्पादन प्रक्रिया का सही चयन विभिन्न कारकों जैसे कि उत्पादन समय (Manufacturing Time), उत्पादन लागत (Manufacturing cost), प्रक्रम लागत , बाजार भाव (market cost) श्रम लागत, आदि को प्रभावित करता है। प्रक्रमों का सही चयन ही उत्पादन को सफल बनाता है। उत्पादन प्रक्रम तीन भागों में विभाजित किये गये हैं—बैच उत्पादन, जॉब उत्पादन तथा मास उत्पादन प्रक्रम।

(iii) मशीन एवं टूल (Machine & Tool) : मशीनों का सही चुनाव भी एक अन्य घटक है जो कि उत्पादन प्रक्रम को प्रभावित कर सकता है। मशीनों का चुनाव प्राय: वस्तु के पदार्थ (material of workpiece), वस्तु के आकार (Shape of workpiece) वस्तु की उत्पादकता (Productivity of workpiece) पर निर्भर करता है।

जॉब उत्पादन का प्रयोग किसी वस्तु विशेष के अत्यधिक मात्रा में उत्पादन हेतु प्रयोग किया जाता है। बैच उत्पादन प्रक्रम का उपयोग किसी वस्तु विशेष को छोटे-छोटे लॉट साइजों में उत्पादन हेतु किया जाता है तथा मास उत्पादन प्रक्रम का प्रयोग किसी भी वस्तु के एक बड़ी मात्रा में उत्पादन हेतु प्रयोग होता है। इसके लिये किसी विशेष प्रायोजन मशीनों का प्रयोग नहीं किया जाता है।

(iv) श्रमिक (Man Power) : चतुर्थ तथा आवश्यक M फैक्टर है श्रमिक (Man Power)। बिना श्रमिक के उत्पादन प्रक्रम की कल्पना भी कठिन होती है। बिना श्रमिकों के मशीनों को संचालन बिल्कुल संभव नहीं है। श्रमिकों की कार्य तथा कौशल क्षमता के आधार पर उन्हें तीन वर्गों में विभाजित किया गया है। जैसे कुशल श्रमिक (Skilled Labour), अर्धकुशल श्रमिक (Semi Skilled Labour), अकुशल श्रमिक (Unskilled Labour)

(v) मनी (पूँजी) (Money) : पूँजी पाँचवा तथा सबसे महत्वपूर्ण M कारक है। बिना पूँजी निवेश के किसी भी संस्थान की परिकल्पना संभव नहीं है। अत: पूँजी निवेश एक अत्यन्त महत्वपूर्ण कारक है।

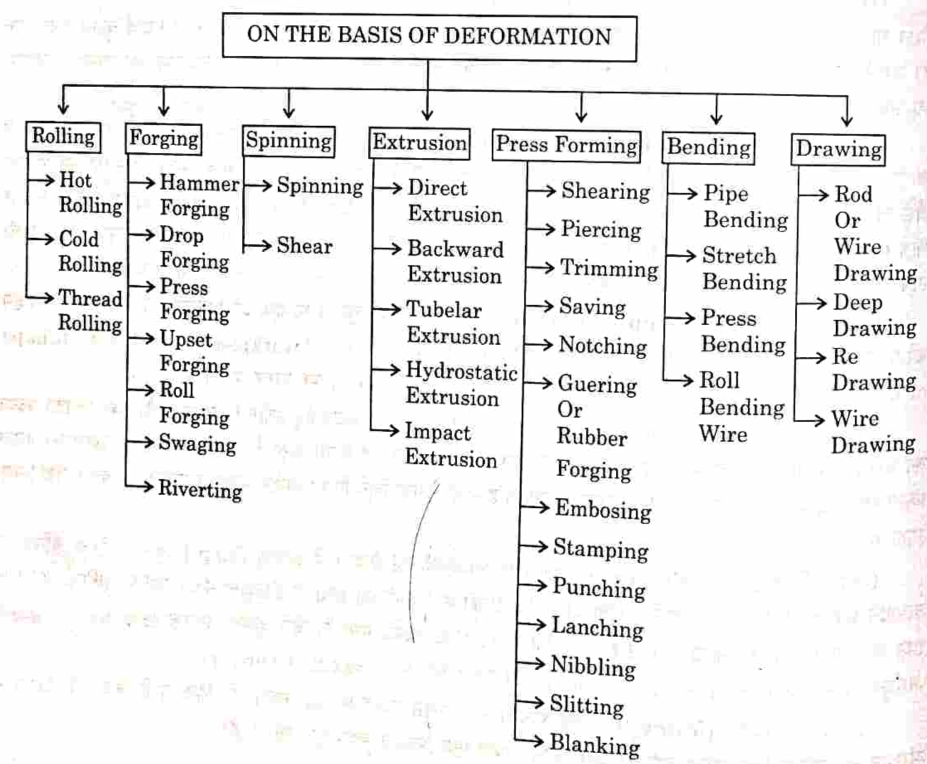
विरूपता, गलनीयता, विभाज्य की अवधारणा (Concept of Deformability, Fusebility & Divisibility)

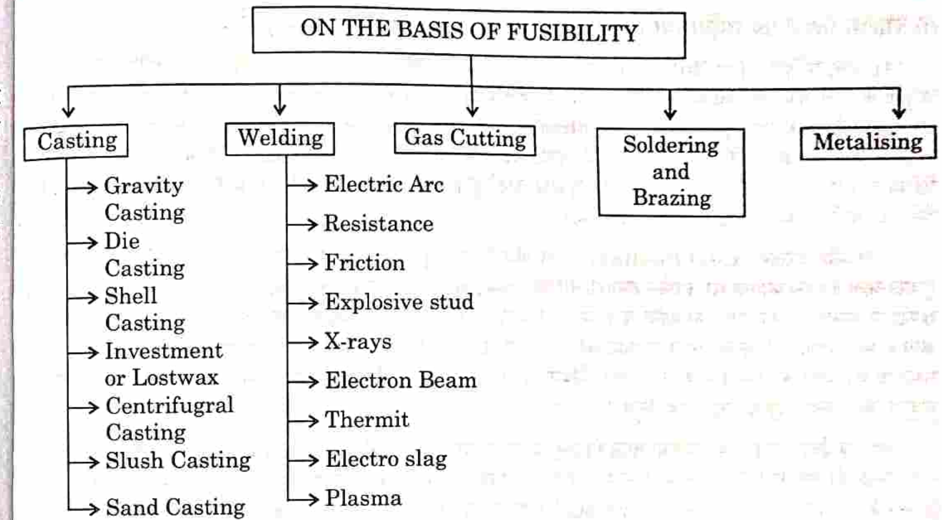
मूल पदार्थ की संरचना में परिवर्तन द्वारा नये पदार्थों का उत्पादन किया जाता है। कभी-कभी मूल पदार्थ में काट छाँट कर तथा कभी-कभी उसमें कुछ पदार्थ स्थायी अथवा अस्थायी रूप से जोड़ कर नये पदार्थों का उत्पादन किया जाता है। इन सभी क्रियाओं को करने या समझने से पूर्व डिफॉर्मेबिलिटि। फ्यूजिबिलिटी तथा डिविजिबिलिटी का ज्ञान होना अत्यन्त आवश्यक है।

यदि कच्चे पदार्थ से उपयोगी वस्तु बनाने हेतु बलों का प्रयोग किया जाये तो उसके मूल आकार तथा अवस्था में कुछ परिवर्तन हो जाता है, जिसे विरूपता कहते हैं। जो कि प्राय: पदार्थ के यांत्रिक गुणों (Mechanical Properties) जैसे कि तन्यता, भंगुरता, प्रत्यास्थता, मशीनन योग्यता आदि को प्रभावित करता है।

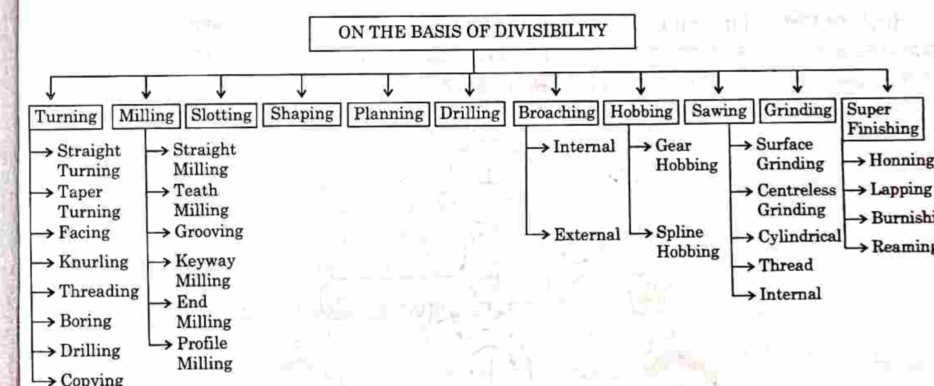
अगर पदार्थ या धातुओं को किसी बाह्य स्रोत द्वारा ऊष्मा प्रदान करते हैं तो उनकी अंत:आणविक दूरी (Inter Atomic Distance) बढ़ जाती है जिस कारण पदार्थ की मूल संरचना परिवर्तित हो जाती है, क्योंकि उनके अणुओं के बीच का अंत: आणविक बल कम हो जाता है तथा धातु द्रव्यों की तरह व्यवहार करने लगती है। पदार्थों की संरचना परिवर्तन की यह प्रक्रिया गलनीयता कहलाती है।

यदि पदार्थ धातुओं में से एक छोटे से भाग को विभाजित करने हेतु एक बाह्य बल लगाया जाता है तो भंगुर पदार्थ बिना किसी प्लास्टिक विरूपण के अलग हो जाते हैं जबकि तन्य पदार्थ विभाजित होने से पूर्व अपनी तन्यता क्षमता अनुसार विरूपण दर्शाते हैं। बाह्य बल की मात्रा इतनी होनी चाहिये कि वह अंत:आणविक बंध को तोड़ने हेतु पर्याप्त हो। यह प्रक्रिया विभाज्य कहलाती है।





उत्पादन प्रक्रम का वर्गीकरण (Classification of Manufacturing Processes)



रोलिंग उत्पादन प्रक्रम (Rolling Manufacturing Process)

रोलिंग की प्रक्रिया में पदार्थ को दो विपरीत दिशाओं में चलित रोलरों के मध्य से गुजारा जाता है। यह प्रक्रम एक पुनरावृत्ति प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया द्वारा धातु पिण्ड (पदार्थ) की मोटाई कम हो जाती है एवं लंबाई बढ़ जाती है। पिण्ड के ग्रेन की अवस्था बदलकर चपटी हो जाती है। बार-बार रोलरों के मध्य से निकालने पर ग्रेन काफी बारीक हो जाते हैं। धातु संपीड़न होने तथा ग्रेन बारीक होने से धातु की सामर्थ्य बढ़ जाती है तथा यांत्रिक गुणों में वृद्धि हो जाती है। यह प्राय: दो प्रकार की होती है तप्त रोलिंग तथा ठण्डी रोलिंग। एक विशेष प्रकार की रोलिंग प्रक्रिया भी होती है जिसे थ्रेड रोलिंग कहा जाता है।

(I) रोलिंग प्रक्रम का वर्गीकरण (Classification of Rolling Process)

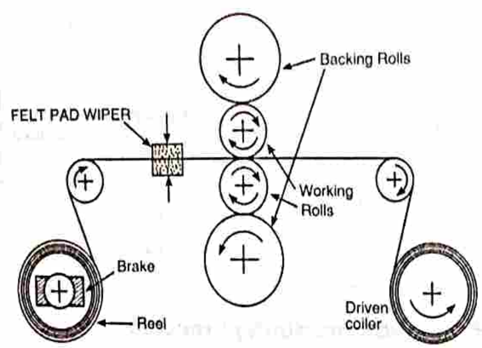
(i) तप्त रोलिंग (Hot Rolling) : तप्त अवस्था में धातुओं का संपीड़न काफी आसान होता है क्योंकि उच्च ताप पर धातुओं के मध्य बना अंत: आणविक बन्ध कमजोर हो जाते हैं। इस प्रक्रम में प्राय: धातुओं को पिघलाकर बिलेट्स (Billets) बनाये जाते हैं इसके पश्चात् इन बिलेट्स को छीलकर तप्त करते हैं। फिर इनको रोलरों के मध्य गुजारते हैं जिससे उसकी अनुप्रस्थ काट कम हो जाती है तथा बिलेट्स की लंबाई बढ़ जाती है। हॉट रोलिंग प्रक्रिया द्वारा कम परिष्कृत सतह मिलती है। विभिन्न आकार प्राप्त करने हेतु अथवा वांछित अनुप्रस्थ काट प्राप्त करने हेतु विशेष प्रकार के बेलनों का प्रयोग किया जाता है जैसे कि खाँचेदार बेलन (Grooved Roolers)।

(ii) शीत रोलिंग (Cold Rooling) : इस प्रक्रिया में धातु पिण्डों को प्राय: ठण्डी अवस्था में बेलनों के मध्य से गुजारा जाता है। इस प्रक्रिया का उपयोग तप्त रोलिंग के पश्चात् धातुओं की सतहों को और अधिक परिष्कृत करने तथा कार्य खण्डों में वांछित यांत्रिक गुणों की प्राप्ति के लिये किये जाते हैं। यह एक धीमा प्रक्रम है क्योंकि ठण्डी अवस्था में मशीनों पर अधिक भार पड़ता है इसलिये अनुप्रस्थ काट को धीरे-धीरे कम करते हैं। अधिक भार के कारण रोलरों में डिफ्लैक्शन की संभावना बढ़ जाती है जिसे कम करने के लिये बैकिंग रोलरों (Backing Rollers) का प्रयोग किया जाता है। प्राय: रोलिंग प्रक्रिया सभी तन्य धातुओं तथा उनके मिश्र धातु पर की जाती है।

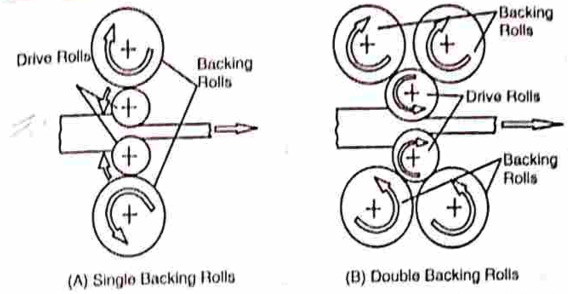
यह एक विशेष प्रकार की रोलिंग प्रक्रम है। इसका प्रयोग मास उत्पादन (Mass production) में चूडी काटने के लिये किया जाता है। यह प्रक्रिया प्लास्टिक विरूपण श्रेणी में आती है। इस प्रक्रिया में दो चपटी चूड़ीदार डाइयों (Threaded Dies) को पश्चाग्र गति (Reciprocatory motion) देकर तथा जॉब को दबाते हुये चूड़ियों का निर्माण किया जाता है।

वह प्रक्रम जिसमें पदार्थ को उसके क्रान्तिक तापमान (Critical Temperature) तक गर्म कर उसकी प्लास्टिक अवस्था में बलों का प्रयोग कर वांछित माप तथा आकार बदला जाता है उसे फोर्जिंग प्रक्रम कहा जाता है।

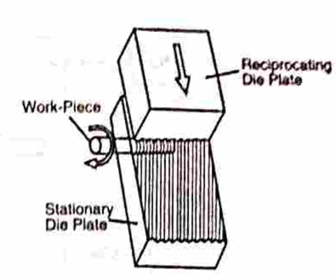
(iii) थ्रेड रोलिंग (Thread Rolling) : थ्रेड रोलिंग प्रक्रिया मास उत्पादन प्रक्रम के अंतर्गत आती है। इस प्रक्रम में सर्वप्रथम पदार्थ का प्लास्टिक विरूपण होता है फिर उसे दो चपटी डाइयों में से पाश्चाग्र गति देते हुये गुजारते हैं तथा चूड़ियों पर एक दाब डाला जाता है। इस प्रकार चूड़ियों का निर्माण हो जाता है।



चित्र 1 : Rolling Process Using for High Mill



चित्र 2 (a) : Use of Cold Rolling Backing Rollers to reduce deflection



चित्र 2 (b) : Thread Rolling with Flat-Dies

फोर्जिंग (Forging) प्रक्रम

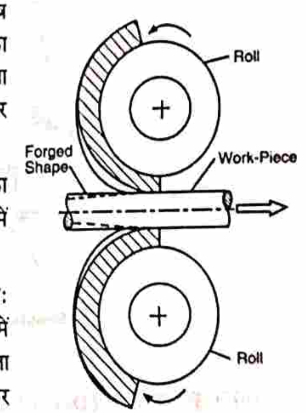
इस प्रक्रम के अन्तर्गत सर्वप्रथम पदार्थ को उसके क्रांतिक ताप तक गर्म करने के पश्चात् उसकी प्लास्टिक अवस्था में बल लगाकर उसकी वांछित माप व आकार बदला जाता है। फोर्जिंग प्रक्रमों को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया गया है—

(i) हस्त या स्मिथ फोर्जिंग प्रक्रम (Hand or Smith Forging) : इस प्रक्रिया में पदार्थ को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करने के पश्चात् उसे पीट-पीट कर उसके वांछित आकार तथा माप में बदलाव किया जाता है। यह सर्वाधिक प्राचीन प्रक्रम है। पदार्थ को पकड़ने हेतु हैण्ड टूल्स जैसे की सड़सी, इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। पीटने हेतु हथौड़ा तथा रखने के लिये एनविल इत्यादि का उपयोग किया जाता है।

(ii) हैमर फोर्जिंग (Hammer Forging) प्रक्रम : जो भारी तथा बड़े जॉब हस्त फोंजिग प्रक्रम से फोंजिग नहीं किये जा सकते। उनके लिये हैमर फोंजिंग प्रक्रम का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रम को पावर हैमर फोंजिंग या मशीन फोर्जिंग भी कहा जाता है। इस प्रक्रम में हथौड़े के स्थान पर चपटी डाइयों के मध्य से पदार्थ को गुजार कर कार्यखण्ड का पर्याप्त विरूपण किया जाता है।

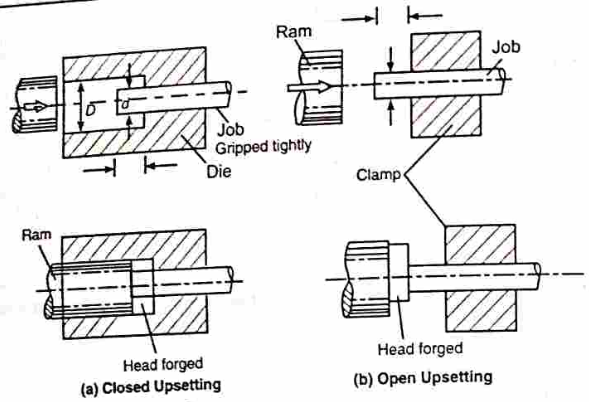
(iii) प्रेस फोंजिंग (Press Forging) प्रक्रम : इस प्रक्रम में प्रेस मशीनों का प्रयोग किया जाता है। कार्य खण्ड या जॉब पर एक समान बल लगाते हुये उसे प्रेस में लगा कर डाइयों में चारों तरफ फैला दिया जाता है।

(iv) रोल फोंजिंग (Roll Forging) प्रक्रम : इस प्रक्रम का उपयोग प्राय: वायर या रॉड के सिरों को पतला करने के लिये किया जाता है। रोल फोंजिंग प्रक्रम में वायर या रॉड के सिरों को फोंज करने के पश्चात् डाई में पास करने योग्य बनाया जाता है। रोलर प्राय: विभिन्न आकारों के बनाये जाते हैं, जैसे कि अर्धगोलाकार (Semicircular) तिरछे (Tappered) एवं छिद्र (Groove)। प्रत्येक आधे राउण्ड के पश्चात् इसे बाहर निकाल लिया जाता है तथा अधिक पतले छिद्र में रोल करते हैं।



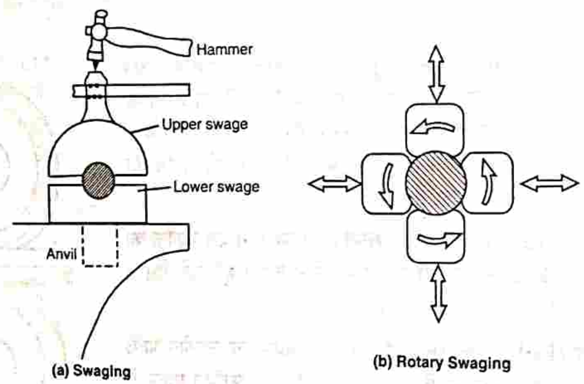
चित्र 3 : Roll Forging

(v) अपसैट फोंजिंग (Upset Foging) प्रक्रम : इस प्रक्रम के अन्तर्गत जॉब को वांछित आकार प्रदान करने हेतु उसके सिर्फ एक भाग को ही फोर्ज किया जाता है। अपसैट फोंजिंग का प्रयोग बोल्ट, कीले या रिविट आदि बनाने हेतु किया जाता है। यह प्रक्रम दो विधि द्वारा किया जाता है एक जब फोंजिंग डाई के अन्दर की जाती है तो उसे बन्द अपसैटिंग (closed upsetting) कहते हैं। दूसरा यदि फोंजिंग ड्राई के बाहर की जाये तो उसे खुला अपसैटिंग (open upsetting) कहते हैं।



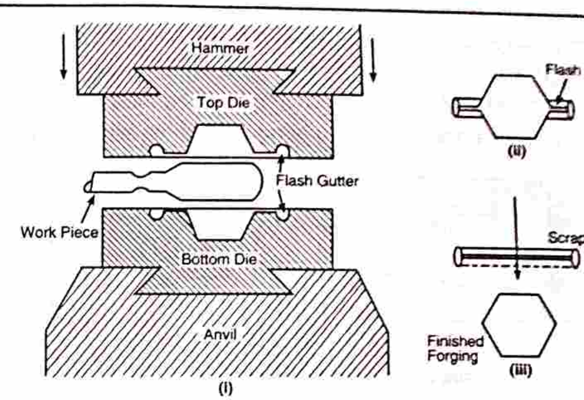
चित्र 4 : upsetting Process

(vi) स्वेजिंग (Swaging) प्रक्रम : जब कार्य खण्ड को वांछित आकार तथा माप प्रदान करने हेतु सीधे हथौड़े के स्थान पर हथौड़े के मध्य **स्वेज** का प्रयोग किया जाता है तो यह प्रक्रिया **स्वेजिंग** कहलाती है। कार्य खण्ड को प्लास्टिक अवस्था में लाने के बाद उस पर **स्वेज** को फैलाकर हथौड़े द्वारा बल लगाकर धातु को स्वेज में बने आकार की तरह फैलाया जाता है।



चित्र 5 : Swaging Operation

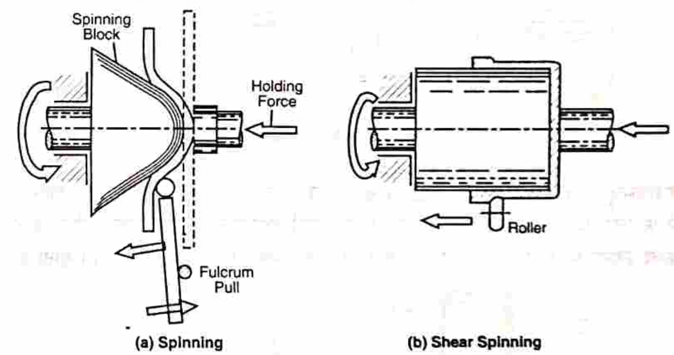
(vii) ड्राप फोंजिंग (Drop Forging) प्रक्रम : इस प्रक्रम में भाप शक्ति या विद्युत शक्ति चलित एक हैमर का प्रयोग किया जाता है। जिसे ड्राप फोंजिंग हैमर कहते हैं। प्राय: डाइयों का चयन वांछित आकार के आधार पर किया जाता है बिलैट (Billet) के टुकड़ों को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करने के पश्चात् उसे डाइयों में डाला जाता है। फिर ड्राप फोंजिंग हैमर द्वारा दाब बल लगाया जाता है। पदार्थ डाइयों के बीच रिक्त स्थान में भर जाता है फिर डाइयों को सामान्य ताप तक ठण्डा कर जॉब पीस को बाहर निकाल लिया जाता है।



चित्र 6 : Drop forging Process

स्पिनिंग प्रक्रम (Spinning Process)

इस प्रक्रम में प्राय: तन्य धातुओं (Ductile Materials) जैसे कि माइल्ड स्टील, कॉपर, सिल्वर, गोल्ड इत्यादि की चादरों को घूमती हुयी डाइयों के ऊपर फैलाया जाता है। यदि स्पिनिंग प्रक्रम हेतु एक विशेष प्रकार के टूल जैसे की रॉलर का प्रयोग कर चादर की मोटाई को भी कम कर दे तो यह प्रक्रम कर्तन स्पिनिंग प्रक्रम (Shear spinning process) कहलाता है। प्राय: वह पदार्थ ही स्पिन किये जा सकते हैं जो सर्फेश ऑफ रिवाल्यूशन (Surface of revolution) का गुण रखते हैं।

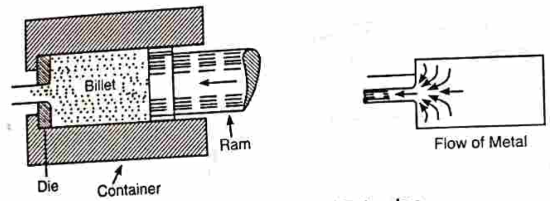


चित्र 7 : Spinning Process

एक्स्ट्रूजन प्रक्रम (Extrusion Process)

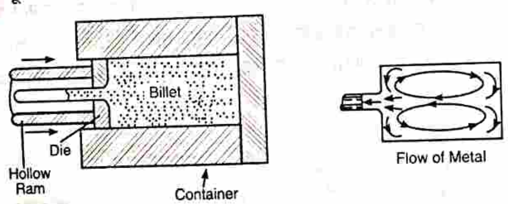
एक्स्ट्रूसन सर्वाधिक उपयोगी प्रक्रम है। एक्स्ट्रूजन प्राय: तप्त एवं ठण्डी दोनों अवस्थाओं में किया जा सकता है। इस प्रक्रम में एक विशेष प्रकार की हाइड्रोलिक प्रैस द्वारा दाब डालकर वांछित आकार प्रदान किया जाता है। इस प्रक्रम द्वारा पीतल, ताँबा, एल्युमीनियम इत्यादि धातुओं के विभिन्न प्रकार के ठोस व खोखले सेक्शन बनाते हैं। एक्स्ट्रूजन प्रक्रमों का वर्गीकृत निम्न है—

(i) प्रत्यक्ष अथवा अग्र एक्स्ट्रूजन (Direct or Forward Extusion) : इस प्रक्रम में धातु के बिलेट को रैम के द्वारा दबाव डालते हुये डाइयों में से पास कराया जाता है। डाइयों का आकार प्राय: वांछित धातु की आकार तथा माप के आधार पर चयनित किया जाता है। प्राय: डाई स्थिर अवस्था में रहती है तथा रैम बिलेट पर दबाव डालती है बिलेट तथा सिलेण्डरों की दीवारों के मध्य अत्याधिक घर्षण होता है जिस कारण अत्यधिक दाब की आवश्यकता पड़ती है।



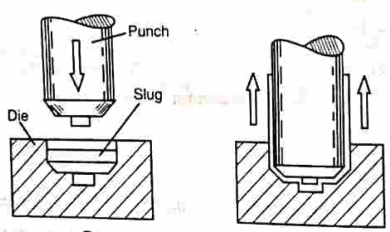
चित्र 8 : Direct or Forward Extrusion

(ii) अप्रत्यक्ष अथवा पश्च एक्सट्रूजन (Indirect or Backward Extrusions) : इसमें एक्सट्रूजन में रैम तथा सिलेण्डरों के मध्य घर्षण का कम कर दिया जाता है जिससे की कम दाब की आवश्यकता रहे। इस प्रक्रिया में प्राय: बिलेट को स्थिर रखकर तथा हाइड्रोलिक प्रैस के रैम द्वारा डाई को आगे बिलेट के विरुद्ध दाब डाला जाता है। प्राय: खोखली रैमों का प्रयोग किया जाता है। एक्सट्रूड पदार्थ खोखली रैम से बाहर आता है।



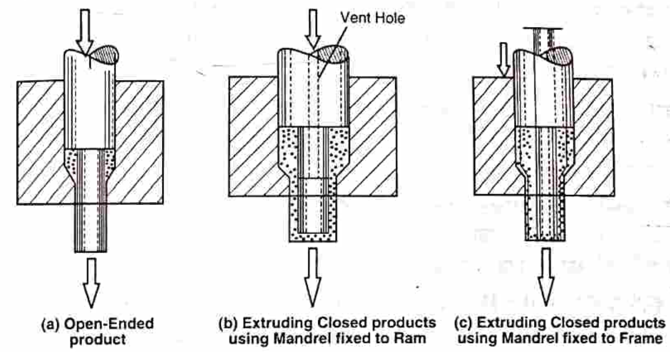
चित्र 9 : Indirect or Backward Extrusion

(iii) इम्पैक्ट एक्सट्रूजन (Impact Extrusion) : इस प्रक्रम का प्रयोग आमतौर पर मुलायम तथा तन्य धातुओं का एक्सट्रूजन करने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रिया में एक डाई तथा पंच एसैम्बली का प्रयोग किया जाता है। इसका सर्वाधिक उपयोग काँच उद्योग में काँच की पतली दीवारों वाले बर्तन बनाने टिन इत्यादि के लिये होता है।



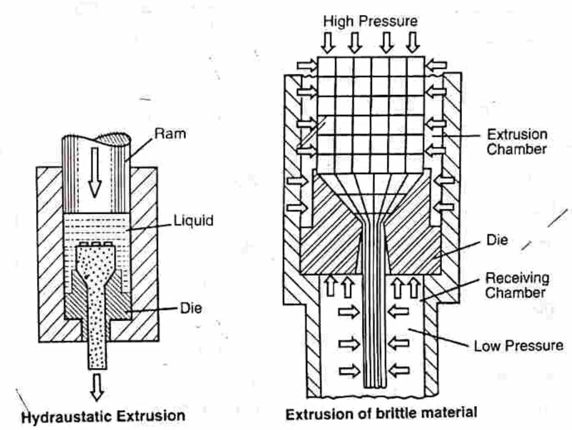
चित्र 10 (a) : Impact Extrusion

(iv) ट्यूबलर एक्सट्रूजन (Tubelar Extrusion) : इस प्रक्रम का उपयोग प्राय: ट्यूबलर सेक्शन बनाने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रम में रैम के साथ एक मैन्ड्रिल का प्रयोग भी किया जाता है। यह मैन्ड्रिल ट्यूब बोर के निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।



चित्र 10 (b) : Tube-Extrusion

(v) हाइड्रोस्टेटिक एक्सट्रूजन (Hydrostatic Extrusion) : इस प्रक्रिया द्वारा हम भंगुर पदार्थ (Brittle Material) को भी एक्सट्रूड कर सकते हैं। हाइड्रोस्टेटिक एक्सट्रूजन प्रक्रम में द्रव को रैम व बिलेट के मध्य भरकर, रैम द्वारा द्रव पर दबाव डालते हैं। द्रव यह दबाव बिलेट पर लगाता है जिसके द्वारा बिलेट डाई में से पास कर जाता है तथा वांछित जॉब प्राप्त हो जाता है।



चित्र 11 : Hydraulic Extrusion

मैटल ड्राइंग प्रक्रम (Metal Drawing Process)

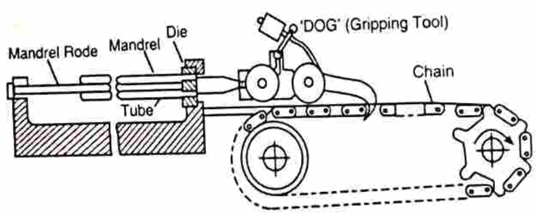
मैटल ड्राइंग प्रक्रम में रॉडों, पाइपों तथा तारों का व्यास कम एवं अधिक करने के लिये उसे अधिक बार डाइयों से निकाला जाता है या पास किया जाता है। इसके लिये एक विशेष प्रकार की मशीन का प्रयोग किया जाता है जिसे ड्रा-बैंच कहा जाता है। सर्वप्रथम तार या रॉड के एक सिरे को स्वेजिंग प्रक्रम द्वारा कम कर लेते हैं ताकि वह डाई में से पास कर सके फिर

इसको ड्रा बैंच में चल रही चेन या ड्रम के होल में प्लायर की सहायता से अटका देते हैं। डाई के व्यासानुसार ही कार्य खण्ड या जॉब का व्यास बनाना प्रारंभ हो जाता है। डाइयाँ प्राय: HCS (High Carbon Steel) या टंगस्टन कार्बाइड की बनायी जाती है क्योंकि इन धातुओं की शॉक सोखने की क्षमता ज्यादा होती है। कभी-कभी कमतर व्यास के लिये डायमंड से निर्मित डाइयों का प्रयोग करते हैं परन्तु यह बहुत अधिक महँगा प्रक्रम है। डाइयों का ताप कम करने के लिये पानी प्रवाहित कराते हैं। तथा घर्षण की मात्रा कम करने हेतु तार, पाइप या रॉड पर एक स्नेहक (Lubricant) का लेप किया जाता है। मैटल ड्राइंग निम्नलिखित प्रकार की होती है—

(i) वायर ड्राइंग प्रक्रम (Wire Drawing Process) : वायर ड्राइंग में वायर को रोल पर लपेटते हैं। वायर ड्राइंग में वायर के सिरे को नुकीला कर, डाई में पिरोकर जबड़े में जकड़ते हैं। इसके बाद जबड़े के तार को डाई में से बाहर खीचकर कर्षण ब्लॉक के ऊपर लपेटा जाता है।

(ii) बार ड्राइंग प्रक्रम (Bar Drawing Process) : बार ड्राइंग में पहले छड़ के एक सिरे को नुकीला बनाते हैं फिर इस सिरे को डाई छिद्रों में डालकर प्लायर के जबड़े में जकड़ा जाता है। यह जबड़े रॉड का विरूपण, न्यूनीकरण व दीर्घकरण कर देते हैं जिससे वांछित माप व आकार की छड़ प्राप्त हो जाती है।

(iii) ट्यूब ड्राइंग प्रक्रम (Tube Drawing Process) : इस प्रक्रम में पाइप का बाहरी व्यास बनाने हेतु डाई का प्रयोग करते हैं तथा अंदर का व्यास बनाने हेतु एक विशेष प्रकार का मैन्ड्रल (Mandrel) का प्रयोग करते हैं। मैन्ड्रल को यथा स्थान रखने के लिये एक सरिये से बाँध देते हैं। फिर मैन्ड्रल का डाई के ढ़ाल (Slope) के अनुसार सैट कर लेते हैं। ताकि ट्यूब की धातु का बहाव अंदर-बाहर एक साथ हो सके। ट्यूब की दोनों सतहों पर एक विशेष स्नेहक (Lubricant) का प्रयोग करते हैं।



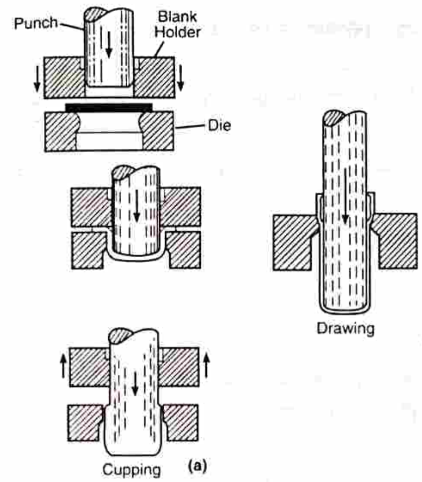
चित्र 12 : Cold Drawing of Tubes by Draw Bench

प्रैसिंग या प्रैस ड्राइंग प्रक्रम (Pressing or Press Drawing Process)

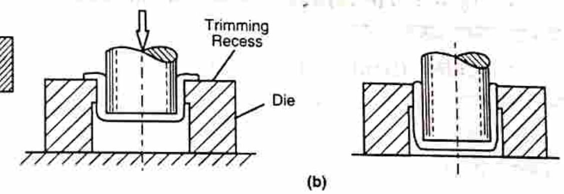
यह प्रक्रिया प्राय: प्रेसों पर की जाती है। यह कर्षण संक्रिया के अन्तर्गत आने वाला प्रक्रम है। इसका उपयोग कप की तरह की वस्तुयें बनाने के लिये होता है। यह निम्न दो भागों में बाँटी गयी है—

(i) डीप ड्राइंग (Deep Drawing) प्रक्रम : इस प्रक्रम में मैटल शीट या चादर को एक पंच के द्वारा डाई की अधिकाधिक गहराई तक खींचते हैं। जिस कारण शीट की बाहरी प्रोफाइलो में सिकुडन आ जाती है जिस कारण संपीड़न हूप प्रतिबल (Compressive Hoop Stresses) बल उत्पन्न हो जाते हैं। कभी-कभी यह प्रतिबल बढ़ने के कारण चादर में रिंकल पड़ जाते हैं। रिंकल फ्री रखने के लिये डाई के साथ एक ब्लैंक होल्डर का प्रयोग करते हैं। यदि ड्राइंग अनुपात 1:2 हो तो ब्लैंक होल्डर का प्रयोग नहीं करते। जॉब को पंच से निकालने हेतु डाई के निचले भाग को कुछ बड़ा बनाया जाता है। जिस कारण जॉब उसमें फँस जाता है।

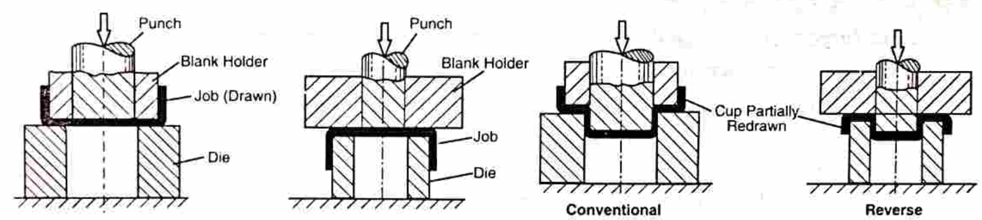
(ii) री ड्राइंग प्रक्रम (Redrawing Process) : बड़े जॉब या कार्य खण्डों को एक साथ पूरा करना असम्भव होता है। इस प्रकार की जॉबों को एक से अधिक चरणों में ड्रा करना पड़ता है। एक से अधिक बार ड्राइंग आपरेशन का दोहराना री ड्राइंग कहलाता है।



चित्र 13 (a) : Drawing Operation



चित्र 13 (b) : Action of Trimming Process



चित्र 14 : Redrawing Operations

(iii) प्रैस फॉर्मिंग प्रक्रम (Press Forming Process) : शीट मैटल वर्कशॉप में विभिन्न प्रकार के उपयोगी वस्तुयें जैसे कि वासर, बर्तन इत्यादि धातु की चादरों से बनाते हैं। इस प्रक्रम के लिये एक विशेष प्रकार की मशीन जिसे प्रैस कहा जाता है उसका उपयोग किया जाता है। इस प्रक्रम में प्रैस में एक विशेष प्रकार की डाई-पंच एसेम्बली का प्रयोग होता है। मशीन हस्तचलित होती है अर्थात् मशीन को हाथों के द्वारा पावर दी जाती है। इसके द्वारा निम्नलिखित आपरेशन क्रियान्वित किये जा सकते हैं—

(a) पंचिंग (b) पियर्सिंग (c) ब्लैकिंग
(d) नोचिंग (e) ट्रिमिंग (f) निबलिंग
(g) लैन्सिंग (h) स्लीटिंग (i) एम्बौसिंग
(j) ग्यूरिंग प्रक्रम

(a) पंचिंग (Punching) : यदि डाई द्वारा शीट मे से विभाजित किया गया पीस या टुकड़ा स्क्रैप के रूप में बचता है तो इस ऑपरेशन को पंचिंग आपरेशन कहते हैं।

(b) पियर्सिंग (Piercing) : जब किसी शीट में पंच द्वारा एक गोलाकार छिद्र का निर्माण किया जाता है तो यह ऑपरेशन पियर्सिंग कहलाता है।

(c) ब्लैंकिंग (Blanking) : जब डाई पंच द्वारा शीट में से काटा गया भाग उपयोग पदार्थ के रूप में बचे तो उस ऑपरेशन को ब्लैंकिंग कहा जाता है।

(d) नोचिंग (Notching) : जब किसी शीट के किनारों द्वारा किसी विशेष आकृति की चादर को काटकर निकाल दिया जाये तो यह प्रक्रिया नोचिंग कही जाती है।

(e) ट्रिमिंग (Trimming) : जब किसी अवयव अथवा ब्लैंक के किनारों से अतिरिक्त पदार्थ को हटाया जाये तो यह प्रक्रिया ट्रिमिंग कहलाती है।

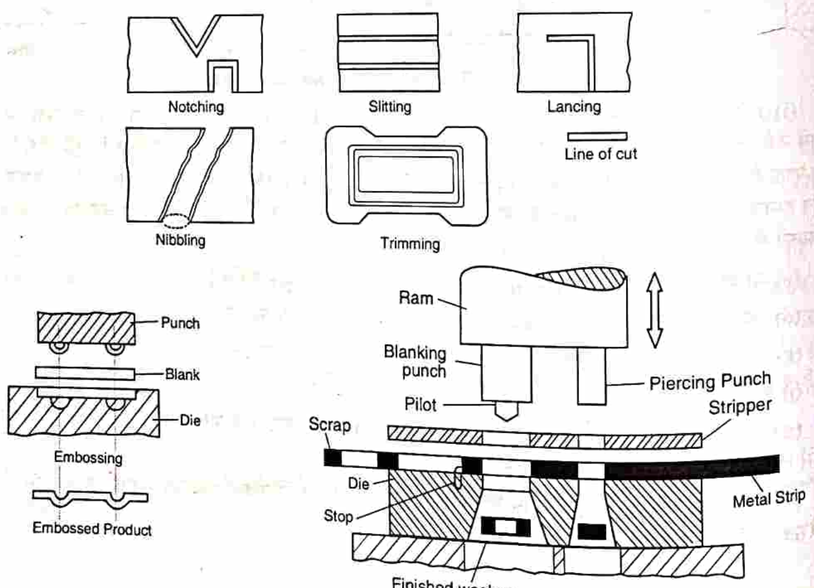
(f) निबलिंग (Nibbling) : इस प्रक्रिया में गोलाकार या त्रिभुजाकार पंच का प्रयोग किया जाता है। शीट को आकृति के अनुरूप खिसकाते रहते हैं जिससे निबलिंग पूर्ण होती है।

(g) लैन्सिंग (Lancing) : जब चादर को तीनों तरफ से काट कर खुले सिरे को मोड़ दिया जाये तो यह प्रक्रिया लैन्सिंग कहलाती है।

(h) स्लीटिंग (Slitting) : इस प्रक्रम में चौड़ी शीटों के रोल को बिना, स्क्रैप बनाये कम चौड़ाई के रोलों में काटा जाये तो यह प्रक्रिया स्लीटिंग कहलाती है। इसके लिये एक विशेष प्रकार की मशीन का प्रयोग करते हैं जिसे स्लीटर (Slitter) कहा जाता है।

(i) एम्बौसिंग (Embossing) : इस प्रक्रिया में अवयव कार्य खण्ड को डाई में रखकर पंच के द्वारा दबाव डालते हैं। डाई का निर्माण तथा चयन पंच के उभार के आधार पर करते हैं। इस प्रक्रिया में कम दाब की आवश्यकता पड़ती है। यह एक प्रकार से ड्राइंग या स्ट्रैचिंग की तरह ही प्रक्रिया है।

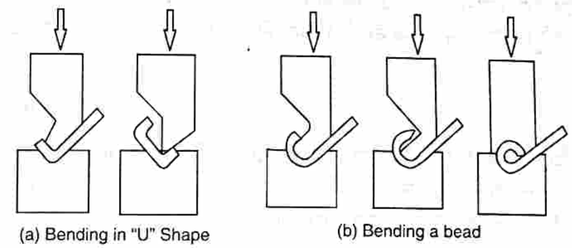
(j) ग्यूरिंग प्रक्रम (Guering Process) : इस प्रक्रम का उपयोग धातु की चादरों या शीटों पर हल्की ड्राइंग या फार्मिंग प्रक्रिया करने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रम में प्रयुक्त डाई एसेम्बली के एक भाग में एक असंपीड़न रबर के पैड का इस्तेमाल किया जाता है जो बल लगाकर चादरों में विरूपण उत्पन्न कर देते हैं। यह विशेषता इस प्रक्रम को अन्य प्रक्रमों से भिन्न बना देती है।



चित्र 15 Press Forming Operations

बैन्डिंग प्रक्रम (Bending Process)

बैन्डिंग प्रक्रमों का उपयोगों प्राय: चादरों, छड़ों ट्यूबों या तारों को वृत्ताकार या कोणीय आकृति प्रदान करने के लिये किया जाता है। जॉब को उसकी सामर्थ्य के आधार पर तप्त या ठण्डी अवस्था में परिवर्तित करने के बाद मोड़ा जाता है।



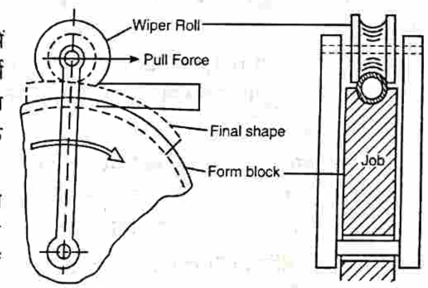
चित्र 16 : Bending of strip in more than one stages

बैन्ड़िंग प्रक्रमों को निम्नलिखित मुख्य भागों में बाँटा गया है—

(i) पाइप बैन्डिंग (ii) स्ट्रैच बैन्डिंग

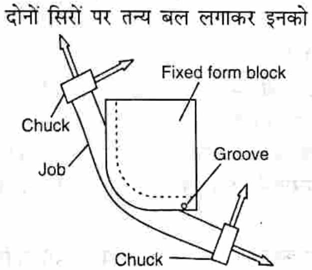
(iii) रोल बैन्डिंग (iv) प्रेस बैन्डिंग

(i) पाइप बैन्डिंग (Pipe Bending) : इस प्रक्रम में पाइप या ट्यूबों को मोड़ने के लिये एक विशेष प्रकार के फॉर्म ब्लॉक एवं वाइपर रोल का प्रयोग करते हैं। फॉर्म ब्लॉक का निर्माण पाइप के मोडानुसार करते हैं तथा इसके ग्रूव का निर्माण पाइप के व्यासानुसार किया जाता है।

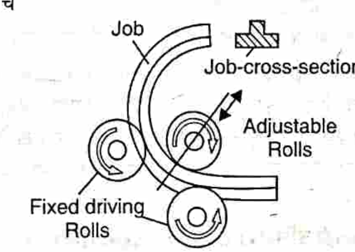


चित्र 17 : Pipe Bending Operation

(ii) स्ट्रैच बैन्डिंग (Stretch Bending) : इस प्रक्रम के द्वारा किसी रॉड या पाइप को मोड़ा जा सकता है। इसके लिये जॉब को एक फॉर्म ब्लॉक के विरूद्ध रखकर जॉब के दोनों सिरों को बलपूर्वक मोड़ा जाता है। मोड़ते समय इस बात का विशेष ध्यान रखना चाहिये कि दोनों सिरों पर तन्य बल लगाकर इनको खींचे



चित्र 18 : Stretch Bending Operations

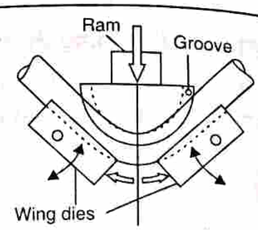


चित्र 19 : Roll Bending Operations

रखना चाहिये जिससे कि मोड़ते समय जॉब का गोलीय आकार परिवर्तित न हो जाये। जब जॉब खोखला हो तो उसमें रेत भरकर दोनों सिरों को बंद कर इस प्रक्रम को पूर्ण किया जाता है।

(iii) रोल बैन्डिंग (Roll Bending) : इस प्रक्रम का उपयोग ठोस सेक्शनों (Solid sections) को मोड़ने हेतु किया जाता है। इस प्रक्रम में प्राय: दो स्थिर रोलरों के बीच में एक चलित रोलर द्वारा दबाव लगाकर जॉब को मोड़ा जाता है।

(iv) प्रेस बैन्डिंग (Press Bending) : इस प्रक्रम का उपयोग किसी रॉड या ट्यूब को मोड़ने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रिया में हाइड्रोलिक रैम का प्रयोग करते हैं। जॉबों को दो आवलम्बों पर घूमने वाले दो V Blocks या विन्ग डाइस के विरूद्ध रैम द्वारा बीचो-बीच दबाया जाता है। मोड़ने की प्रक्रिया में होने वाली विकृति को रोकने हेतु पाइपों में रेत भरकर दोनों सिरों को बंद कर देते हैं।



चित्र 20 : Press Bending Operations

ब्रेजिंग (Brazing)

इस विधि में प्राय: धातु को अपने वास्तविक स्वरूप में ही रखते हैं। जोड़ने वाले धातुओं को ग्लनांक ताप से कम ताप पर ही सोल्डर या स्पैल्टर पर अपने ग्लनांक ताप से ऊँचे ताप पर पिघलाने के बाद फैला दिया जाता है जिससे यह धातु की ऊपरी सतह में मिश्रित हो जाता है। दोनों सतह कैपिलरी एक्शन (Capillary Action) के कारण फिलर मैटल दोनों सतहों के मध्य पहुँच जाता है तथा ठण्डा होने के पश्चात् दोनों सतहों को जोड़ देता है। जॉब को गर्म करने की विधि के अनुसार यह निम्न प्रकार का होता है, जैसे कि ब्लो-पाइप ब्रेजिंग, भट्टी ब्रेजिंग, टॉर्च ब्रेजिंग, निर्वात ब्रेजिंग, इंडक्शन ब्रेजिंग, डिप ब्रेजिंग, रेजिस्टैंस ब्रेजिंग।

(i) निर्वात ब्रेजिंग (Vaccum Brazing) : यह एक विशेष भट्टी ब्रेजिंग प्रक्रिया है जिसमें धातु को ऑक्सीकृत होने से बचाने के लिये वायु को नियंत्रित करने के लिए निर्वात उत्पन्न करते हैं। निर्वात के कारण ही धातु ऑक्सीकृत होने से बच जाता है।

(ii) डिप ब्रेजिंग (Dip Brazing) : इस प्रक्रिया में ब्रेज किये जाने वाले पार्ट्स पर पहले से ही फ्लक्स लगाकर पिघले हुये फिलर धातु के बीच में डिप करते हैं। जिससे की पार्ट्स भी गर्म हो जाते हैं तथा फिलर धातु जोड़ तक पहुँच जाता है जो कि एक जोड़ का निर्माण करता है।

(iii) प्रतिरोध ब्रेजिंग (Resistance Brazing) : इस प्रक्रिया में ब्रेज करने वाली दोनों सतहों के बीच एक परत के रूप में फिलर धातु रखा जाता है इसके बाद वैल्डिंग मशीन पर स्पॉट वैल्डिंग की प्रक्रिया करते हैं। प्रतिरोध की वजह से उत्पन्न ऊष्मा दोनों सतहों का गर्म कर देती है तथा फिलर धातु पिघलकर जोड पैदा कर देता है।

(iv) टॉर्च ब्रेजिंग (Torch Brazing) : इस विधि में ऊष्मा की उत्पादन एक वैल्डिंग टार्च का प्रयोग कर के किया जाता है। टॉर्च में गैस (एसीटिलीन) एवं वायु का मिश्रण जलने के बाद ज्वाला पैदा कर ऊष्मा पैदा कर देती है। सर्वप्रथम धातु को ज्वाला द्वारा गर्म करने के बाद मैटल धातु की गर्मी से गर्मी पाकर पिघल जाती है। नॉन फैरस धातुओं जैसे कि एल्युमीनियम को ब्रेज करने के लिये ऑक्सी हाइड्रोजन टॉर्च का प्रयोग करते हैं।

(v) ब्लो पाइप ब्रेजिंग (Blow Pipe Brazing) : इस विधि में ब्रेज करने वाली धातु को एक चारकोल के टुकड़े के ऊपर रख जोड़ के ऊपर से फ्लक्स लगाकर फिलर मैटल का एक टुकड़ा रख देते हैं। ऊष्मा प्रदान करने के लिए एक लैम्प या मोमबत्ती की ज्वाला को ब्लो पाइप की सहायता से मुख के द्वारा जोड़ पर फूँक मारते हैं जिस कारण फिलर मैटल जोड़ों के मध्य भर जाता है जो ठण्डा होने के पश्चात् मजबूत जोड़ प्रदान करता है इस विधि का सबसे अच्छा उदाहरण स्वर्णकारों द्वारा स्वर्ण व चाँदी के गहने बनाने में प्रयोग होता है।

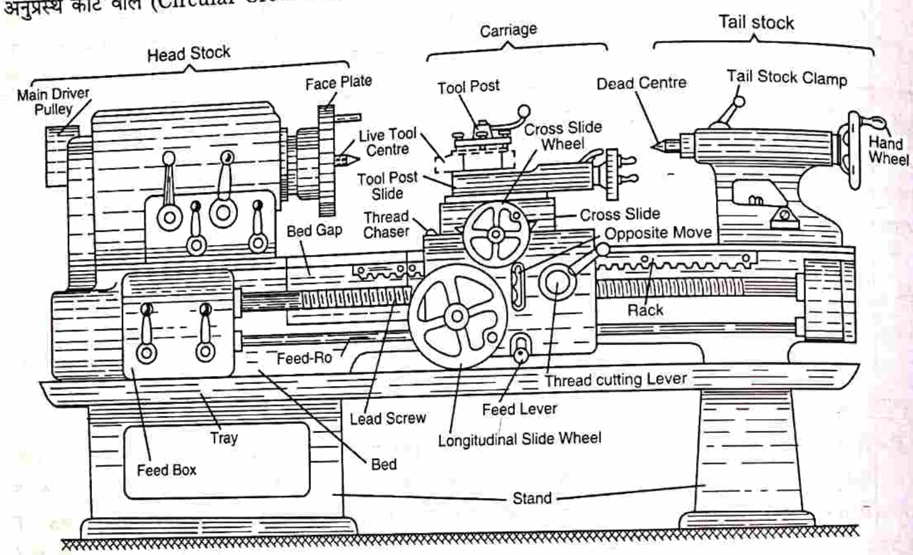
(vi) भट्टी ब्रेजिंग (Furnace Brazing) : इस विधि का प्रयोग बड़े जॉबों को ब्रेज करने के लिये किया जाता है। इस विधि में फिलर मैटल को पहले से ही जोड़ के ऊपर उपयुक्त जगह पर रखकर बाँध देते हैं। ऑक्सीकृत होने से बचाने के लिये भट्टी का वायुमण्डल कंट्रोल करना पड़ता है। गर्म होने के पश्चात् कैपिलरी एक्शन के कारण फिलर मैटल पिघलकर पूरे जोड़ में भर जाता है परिणाम स्वरूप ठण्डा होने के पश्चात् अच्छा जोड़ प्राप्त होता है।

सोल्डरिंग, ब्रेजिंग तथा वैल्डिंग में अन्तर
(Difference Between Soldering, Brazing and Welding)

S. No.	गुण (Characteristic)	वैल्डिंग (Welding)	सोल्डरिंग (Soldering)	ब्रेजिंग (Brazing)
1.	तापमान (Temperature)	वैल्डिंग बेस मैटल के ग्लनांक (Melting point) से अधिक ताप पर की जाती है।	सोल्डरिंग फिलर धातु के गलनांक (Melting Point) से अधिक ताप पर की जाती है लगभग 350°C।	ब्रेजिंग स्पैल्टर के गलनांक (Melting Point) से अधिक ताप पर की जाती है। लगभग 650°C।
2.	दबाव (Pressure)	वैल्डिंग की कुछ विधियों को छोड़कर, अन्य विधियों में दबाव की आवश्यकता नहीं होती है।	इसमें दबाव की आवश्यकता नहीं होती।	इसमें जोड़ने वाली सतहों को आपस में दबाव सहित बाँधकर रखा जाता है जिससे कम से कम पतली झिरी बनी रह सके।
3.	फिलर मैटल (Filler Metal)	इसमें फिलर मैटल बेस मैटल के अनुसार ली जाती है कभी-कभी कुछ मिश्र अवयव में मिलाये जाते हैं।	इसमें प्रयोग की गई फिलर मैटल को सोल्डर कहा जाता है। साधारणत: सोल्डर टिन (Tin) तथा शीशा (Lead) को मिलाकर बनाया जाता है।	इसमें प्रयोग की गई फिलर मैटल को स्पैल्टर, हाई सोल्डर या ब्रेज कहा जाता है साधारणत: स्पैल्टर में ताँबा, चाँदी तथा अन्य धातुओं का मिश्रण होता है।
4.	फिलर मैटल की चाल (Movement of filler Metal)	फिलर मैटल पिघली हुई बेस मैटल के साथ मिलकर उसी स्थान पर ठण्डी होकर जोड़ बनाती है।	सोल्डर को सोल्डरिंग आयरन के साथ-साथ बेस मैटल की सतह पर फैलाना होता है।	पिघला हुआ स्पैल्टर फिलर अलॉय कैपिलरी एक्शन (Capilary Action) के द्वारा जोड़ में बनी झरी के अन्दर तक पहुँचता है।
5.	प्रवेश (Penetration)	आधार धातु का फ्यूजन होता है और एक गहराई तक बेस मैटल पिघलकर आपस में मिलकर जोड़ बनाती है।	इसमें बेस मैटल नहीं पिघलती है सोल्डर केवल ऊपरी सतह से मिलकर मैटेलिक बाण्ड (Metalic Bond) बनाता है।	इसमें भी स्पैल्टर ही पिघलता है परन्तु फिलर मैटल का मैटेलिक बाण्ड अधिक मजबूत बनता है।
6.	शक्ति (Strength)	ये जोड़ सबसे अधिक शक्तिशाली होते हैं, लगभग मुख्य धातु के समान शक्ति रखते हैं तथा ताप सहन कर सकते हैं।	ये जोड़ सबसे अधिक कमजोर होते हैं तथा अधिक ताप सहन नहीं कर सकते है।	ये जोड़ सोल्डरिंग से अधिक परन्तु वैल्डिंग से कम सामर्थ्यवान होते हैं। ये हैंडलिंग (Handling) ताप से अधिक ताप सहन नहीं कर पाते। इनकी शक्ति 25 से 50 किलो प्रति वर्ग मिमी० भार सहन करने की होती है।
7.	जोड़े जाने वाली धातुओं का प्रकार (Type of Joining Metals)	कुछ विशेष प्रक्रमों के द्वारा ही असमान धातुओं को जोड़ा जा जाता है।	सोल्डर के द्वारा दो असमान धातुओं को भी जोड़ा जा सकता है जैसे ब्रास एवं लोहा।	ब्रेजिंग के द्वारा भी दो असमान धातुओं को जोड़ा जा सकता है।

टर्निंग (Turning)

टर्निंग मशीनिंग की वह क्रिया है जिसके अन्तर्गत जॉब को एक चक (Chuck) में बाँध कर मशीन की अक्ष के विपरीत दिशा में घुमाया जाता है तथा टूल की रेखीय गति की सहायता से अतिरिक्त धातु का मशीनन कर अलग कर देते हैं। यह मशीनिंग एक विशेष मशीन पर की जाती है जिसे खराद मशीन (Lathe Machine) कहते हैं। इस मशीन के द्वारा वृत्ताकार अनुप्रस्थ काट वाले (Circular Crossection) पार्ट्स बनाये जाते हैं।

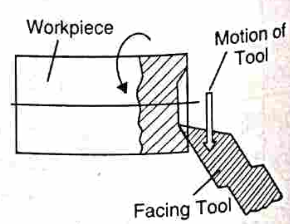


चित्र 21

खराद मशीन पर निम्नलिखित प्रक्रियायें (Operations) की जा सकती हैं—

1. फेसिंग (Facing)
2. सीधी या बेलनाकार टर्निंग (Straight or Cylindrical Turning)
3. टेपर टर्निंग (Taper Turning)
4. प्रोफाइल टर्निंग (Profile Turning)
5. अन्त: टर्निंग (Internal Turning)
6. चूड़ी काटना (Threading)
7. ड्रीलिंग (Drilling)
8. नर्लिंग (Knurling)

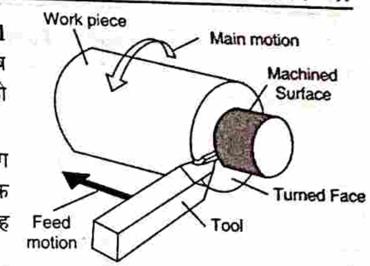
1. फेसिंग (Facing) : इस मशीनिंग प्रक्रम में कटिंग टूल को जॉब की टर्निंग अक्ष (Turning Axis) की लम्बवत् दिशा में चलाया जाता है तथा जॉब को घुमाकर जॉब एक सिरे पर फेस (face) को टर्न कर देते हैं।



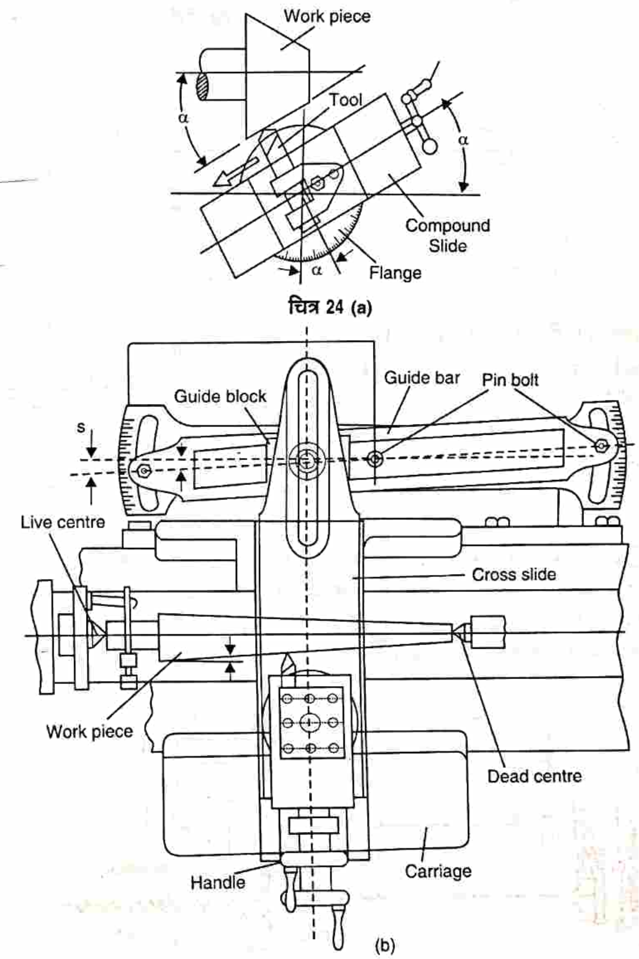
चित्र 22 : Facing Operation

2. सीधी या बेलनाकार टर्निंग (Straight or Cylindrical Turning) : इन मशीनिंग प्रक्रिया में कटिंग टूल (Cutting Tool) जॉब की टर्निंग अक्ष (Turning Axis) के समान्तर रखी जाती है तथा जॉब को अक्ष के विपरीत दिशा में घुमाया जाता है।

3. टेपर टर्निंग (Taper Turning) : इस मशीनिंग प्रक्रिया में कटिंग टूल जॉब की कटाई अक्ष के समान्तर चलने के बजाय एक निश्चित कोण पर चलाते हैं। इस प्रकार कटिंग से एक शंकु आकार सतह प्राप्त होती है।



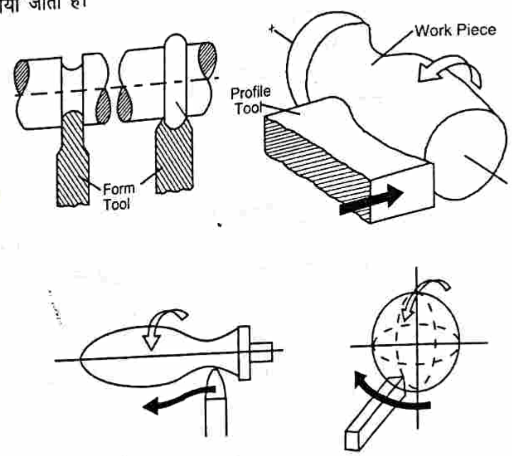
चित्र 23 : Straight Turning



चित्र 24 (a)

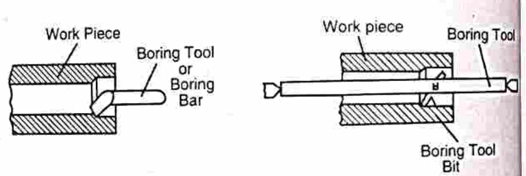
चित्र 24 (b) : Taper Turning Processes

4. प्रोफाइल टर्निंग (Profile Turning) : इस मशीनिंग प्रक्रिया में एक विशेष प्रोफाइल कटिंग टूल प्रयोग होता है जिसका प्रयोग जॉब पर कोई विशेष प्रोफाइल काटने के लिये किया जाता है। टूल को टर्निंग-अक्ष (Turning Axis) की लम्बवत दिशा में चलाया जाता है।



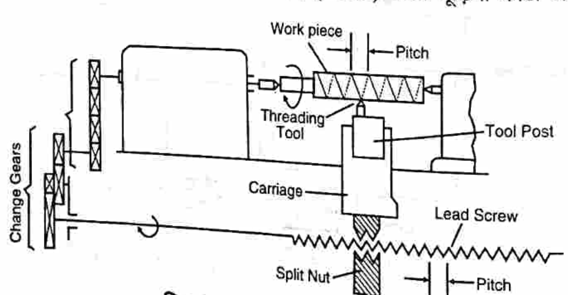
चित्र 25 : Profile Turing

5. अन्त: टर्निंग या बोरिंग (Internal turning Boring) : यह मशीनिंग भी एक प्रकार की स्ट्रेट टर्निंग ही होती है। इसमें सबसे पहले एक ड्रिल (Drill) की सहायता से जॉब में एक छिद्र (Hole) करते हैं। इसके बाद बोरिंग टूल की सहायता से इस छिद्र के व्यास को बड़ा किया जाता है। व्यास को बढ़ाने की इस प्रक्रिया को ही अन्त: टर्निंग या बोरिंग (Boring) कहते हैं।



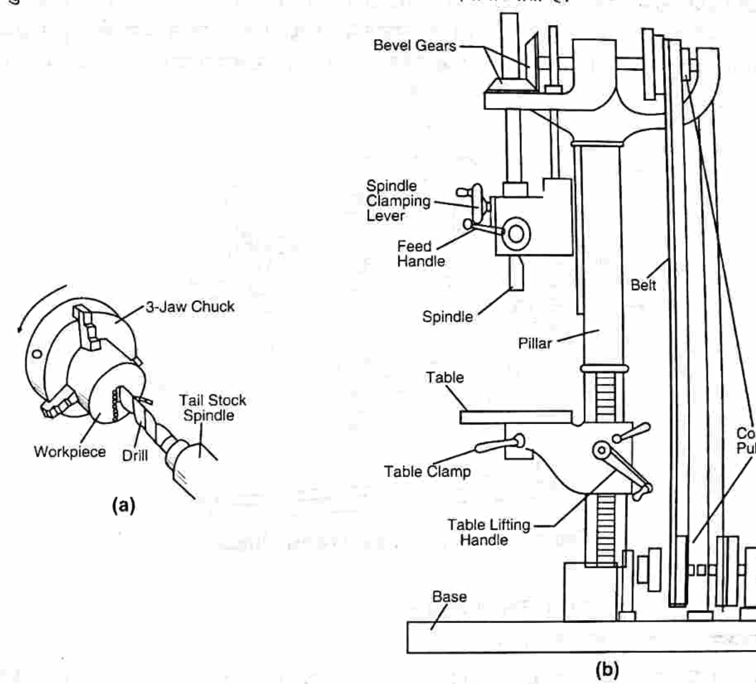
चित्र 26 : Boring Operation

6. चूड़ी काटना (Threading) : इस मशीनिंग प्रक्रिया के द्वारा भी जॉब पर बाह्य (External) तथा अन्त: (Internal) चूड़ियाँ काटी जाती हैं। इसके लिये सबसे पहले स्ट्रेट टर्निंग द्वारा चूड़ी का बाहरी व्यास (Outer Diameter, OD) या अन्त: व्यासों का निर्माण (Internal Diameter, ID) किया जाता है। तत्पश्चात् स्पिंडल तथा औजार दोनों के बीच एक निश्चित गति अनुपात स्थापित करके आवश्यक पिच (Pitch) वाली चूड़ियाँ काटी जाती हैं।



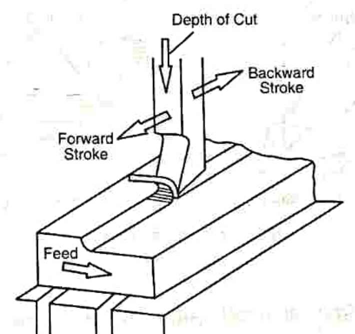
चित्र 27 : Threading Operation

7. ड्रीलिंग (Drilling) : इस मशीनिंग में दाब डालकर ड्रिल बिट (Drill) को टेल-स्टॉक में पकड़ा जाता है। इसे घूमते हुये कार्य-खण्ड के विरूद्ध दाब डालकर नीचे की तरफ दबाया जाता है।



चित्र 28 : (a) Drilling Operations (b) Drilling Machine

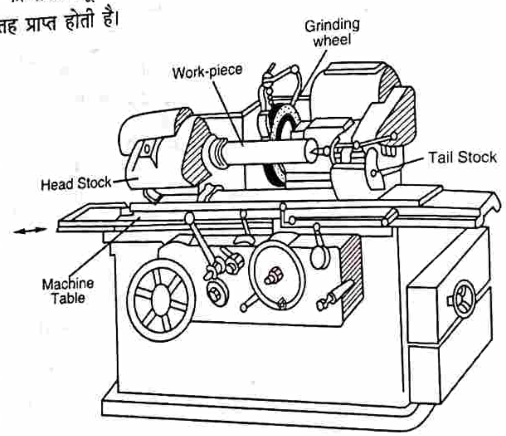
8. नर्लिंग (Knurling) : इस मशीनिंग प्रक्रम के द्वारा किसी जॉब विशेष के किसी भाग में हाथ की पकड़ (Grip) को मजबूती प्रदान करने के लिये, सतह को खुरदुरा (Rough) कर दिया जाता है। इस प्रक्रिया में प्रयोग होने वाले टूल को नर्लिंग टूल (Knurling Tool) कहा जाता है। टूल टर्निंग अक्ष के लम्बवत् दिशा में जॉब की सतह के विरूद्ध दबाकर सतह को खुदरा किया जाता है।



चित्र 29 : Horizontal Shaping

ग्राइन्डिंग (Grinding)

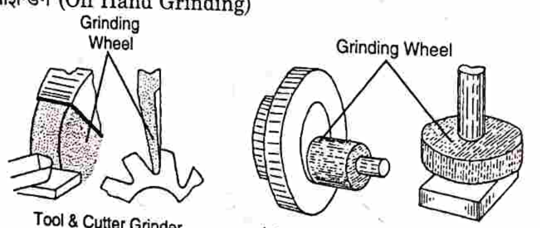
इस मशीनिंग प्रक्रिया के अन्तर्गत एक ग्राइन्डिंग व्हील (Grinding Wheel) के द्वारा जॉब से बहुत छोटे कणों के रूप में आवांछित धातु को हटाया जाता है। ग्राइन्डिंग व्हील एक विशेष प्रकार का पहिया होता है जिसे छोटे-छोटे असंख्य कटिंग टूलों (Cutting Tools) को सरलतापूर्वक किसी बंधक पदार्थ के द्वारा जोड़ कर बनाया जाता है। इस प्रक्रिया के द्वारा अधिक परिष्कृत (finished) सतह प्राप्त होती है।



चित्र 30 : Grinding Machine of Norten's Design

विभिन्न प्रकार की ग्राइन्डिंग प्रक्रिया निम्नलिखित है—

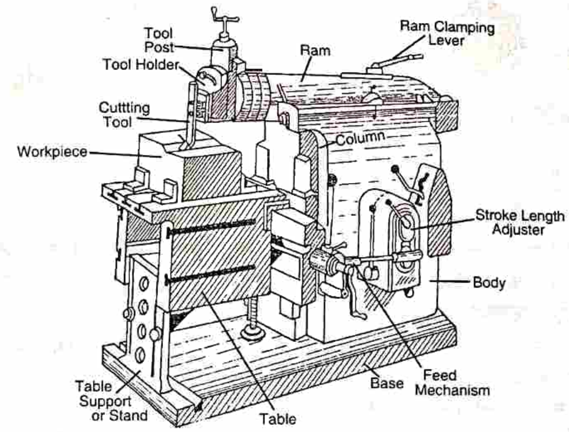
1. बेलनाकार ग्राइन्डिंग (Cylindrical Grinding)
   (a) बाह्य बेलनाकार ग्राइन्डिंग (External Cylindrical Grinding)
   (b) अन्त: बेलनाकार ग्राइन्डिंग (Internal Cylindrical Grinding)
2. सतह ग्राइन्डिंग (Surface Grinding)
3. टूल एण्ड कटर ग्राइन्डिंग (Tool and Cutter Grinding)
4. ऑफ हैण्ड ग्राइन्डिंग (Off Hand Grinding)



चित्र 31 : Grinding Opeation

शेपिंग (Shaping)

इस मशीनिंग प्रक्रिया में एकल बिन्दू कटिंग टूल (Single Point Cutting Tool) प्रयोग होता है। कटिंग टूल कार्य-खण्ड की सतह के ऊपर सरल रेखीय पश्चाग्र गति (Reciprocating motion) करता है। इस प्रक्रिया में प्रयुक्त



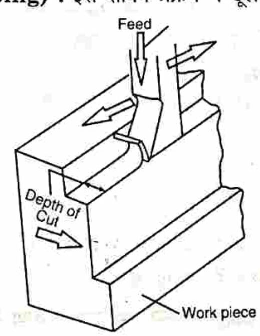
चित्र 32 : Shaping Machine (Shaper)

मशीन को शेपिंग मशीन (Shaping Machine) कहा जाता है। इस प्रक्रिया में टूल केवल अग्रस्ट्रोक (Forward Storke) में काटता है। मशीन में क्विक रिटर्न मैकेनिज्म (Quick Return Mechanism) लगी होती है जिसके द्वारा अग्र स्ट्रोक की गति कम तथा पश्च स्ट्रोक (Backward Stroke) की गति अधिक रहती है। विभिन्न प्रकार के शेपिंग प्रक्रम निम्नलिखित हैं—

(i) क्षैतिज शेपिंग
(ii) उर्ध्व शेपिंग

1. क्षैतिज शेपिंग (Horizontal Shaping) : क्षैतिज शेपिंग मशीनिंग प्रक्रिया में फीड (Feed) जॉब की टेबिल को क्षैतिज तल में ही टूल की गति के लम्बवत् दिशा में चलाकर देते हैं। प्रत्येक तल की कटाई पूरी करने के पश्चात्, कटाई की गहराई (Depth of Cut) टूल पोस्ट को घूमाकर एक टूल को नीचे की दिशा में लाकर देते हैं। टूल केवल अग्र स्ट्रोक में ही काटता है जबकि पश्च स्ट्रोक खाली स्ट्रोक (Idle Stroke) होता है। कटाई औजारों की धार बनाने के लिये भी इस प्रक्रिया का ही प्रयोग किया जाता है।

2. ऊर्ध्व शेपिंग (Vertical Shaping) : इस शेपिंग प्रक्रम में टूल को मशीन की ऊर्ध्वाधर स्थिति में बाँधते हैं इन्हें उर्ध्वाधर मशीन भी कहते हैं।



चित्र 33 : Vertical Shaping

❑

Chapter 1 वैल्डिंग (Welding)

1.1 वेल्डिंग प्रक्रम

1.1.1 परिचय (Introduction)

किसी धातु को स्थायी रूप से जोड़ने के लिए वेल्डन (Welding) विधि का उपयोग किया जाता है। जिन जोड़ों को तोड़कर अलग नहीं किया जा सकता उन जोड़ों को स्थायी जोड़ (Permanent joints) कहते हैं। धातु को जोड़ने के प्रक्रम में वेल्डन (Welding) एक महत्वपूर्ण विधि है।

किन्हीं अंगों (Parts) को जोड़ने के लिए बोल्टों व नटों का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार से बने जोड़ अस्थायी जोड़ कहलाते हैं। वेल्डन, सोल्डरन, ब्रेजन अथवा रिवेटन द्वारा जोड़े गये मशीनी अंगों को स्थायी जोड़ (Permanent joints) कहते हैं। ये जोड़ सरलता से अलग नहीं किये जा सकते हैं। प्रारम्भ से ही इंजीनियरी निर्माण सम्बन्धी कार्यों में सामान्यता ढाँचों तथा मशीन अंगों का निर्माण ढलाई (Casting) तथा फोर्जन क्रिया द्वारा किया जाता था। आज भी ढलाई तथा फोर्जन प्रक्रम लोकप्रिय है। धातु जोड़ने सम्बन्धी कार्य की इन नई विधियों से स्थायी जोड़ प्राप्त होते हैं।

1.1.2 वेल्डन (Welding)

वेल्डन स्थायी रूप से धातुओं को जोड़ने का प्रक्रम (Process) है। वेल्डन विधि में दो धातुओं का जुड़ना स्थानीय सन्धि के द्वारा तापमान, दाब तथा पदार्थ सम्बन्धी शर्तों के उपयुक्त संयोग का परिणाम है।

व्यवहारिक रूप में वेल्डन ऊष्मा (Heat) या दाब (Pressure) अथवा दोनों के प्रयोग से पूरक पदार्थों (filler materials) अथवा बिना पूरक पदार्थ के प्रयोग का दो समान या असमान धातु-खण्डों को स्थायी रूप से जोड़ने का प्रक्रम है। वेल्डन एक धातु कार्य प्रक्रम है।

1.1.3 वेल्डन की विधियाँ (Welding methods)

सभी वेल्डन (welding) विधियों में दो जोड़ने वाली सतहों को प्लास्टिक अथवा पिघली अवस्था में लाने के लिए ऊष्मा का प्रयोग किया जाता है लेकिन ठण्डा वेल्डन (cold welding) तथा पराश्रव्य वेल्डन (ultrasonic welding) में ऊष्मा का प्रयोग नहीं किया जाता है।

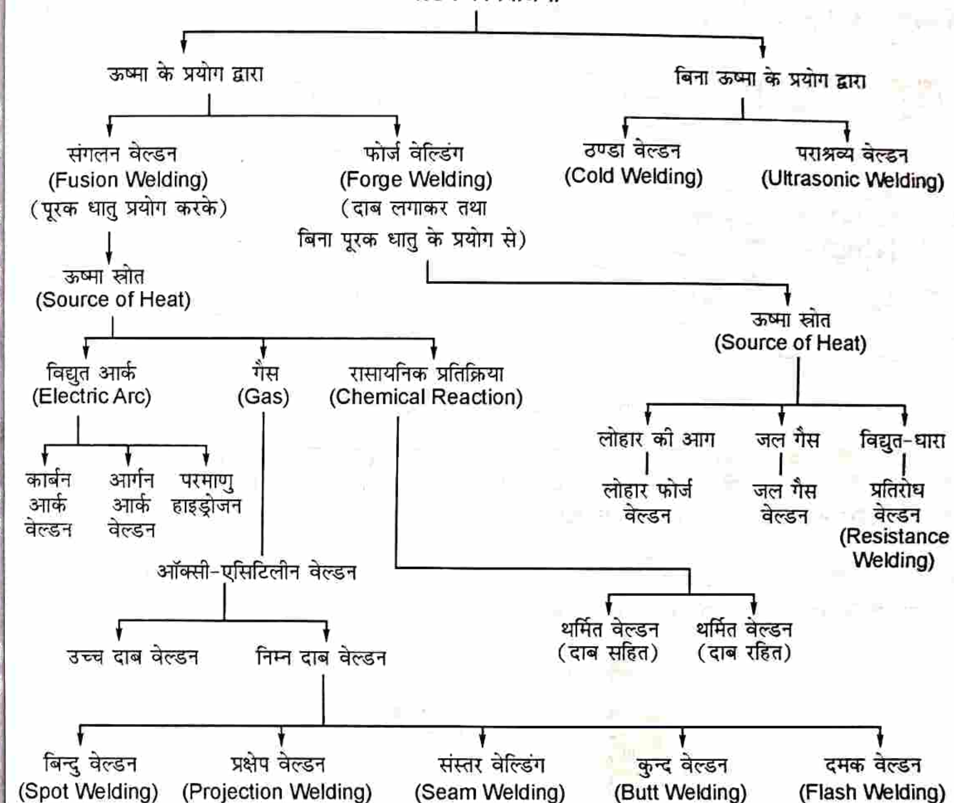
1.1.4 वेल्डन विधियों का वर्गीकरण (Classification of welding methods)

वेल्डन विधियों का वर्गीकरण निम्न प्रकार से किया जा सकता है—

(i) प्रयुक्त ऊष्मा स्रोत के आधार पर—
- (क) कोयले को जलाकर (लोहार की आग द्वारा)
- (ख) रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा
- (ग) विद्युत-धारा द्वारा
- (घ) गैस को जलाकर
- (ङ) इलेक्ट्रॉन बमबारी (Electron Bombardment) द्वारा।

(ii) दाब प्रयोग करने अथवा न करने के आधार पर—
- (क) फोर्ज वेल्डन (forge welding)—इसमें दाब प्रयोग किया जाता है।
- (ख) संगलन वेल्डन (fusion welding)—इसमें दाब नहीं प्रयोग किया जाता है।

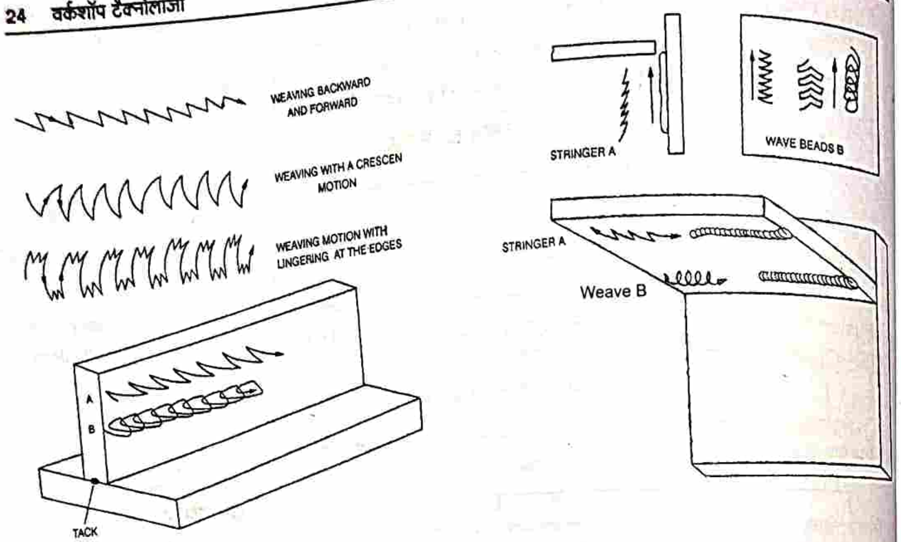
(iii) पूरक पदार्थ प्रयोग करने या न करने के आधार पर—
- (क) अतिरिक्त पूरक पदार्थ प्रयोग करके—संगलन वेल्डन
- (ख) अतिरिक्त पूरक पदार्थ प्रयोग न करके—फोर्ज वेल्डन



1.1.5 वेल्डों के कुछ मौलिक प्रकार (Some Fundamental types of Welds)

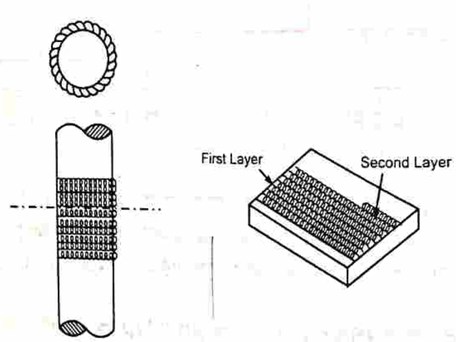
(1) बीड वेल्ड (Beadweld)—धातुओं के इकहरे भराव को बीड कहा जाता है। अर्थात् किसी कार्यखण्ड पर आर्क का निर्माण कर एक धातु की परत बिछाने को बीडिंग कहते हैं। आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा से इलैक्ट्रोड एवं कार्यखण्ड दोनों पिघलने के पश्चात् मिल जाते हैं तथा ठण्डी होने के पश्चात् एक परत का निर्माण करते हैं यह परत ही वैल्डिंग बीड कहलाती है।

(2) वीविंग (Weaving)—जिस बीड में वीविंग किया जाता है उसे वीव बीड कहा जाता है एवं जिस बीड में वीविंग नहीं की जाती है उसे स्ट्रिंजर बीड कहते हैं।



चित्र 1 : Weaving and Beading

(3) पैडिंग (Padding)—जब किसी धातु पर उसी धातु या अन्य धातु की परत चढ़ाते हैं इस प्रक्रिया को पैडिंग कहते हैं। इसका प्रयोग अनुरक्षण कार्यों में अधिक होता है। पैडिंग प्रक्रिया में बीड्स को बराबर-बराबर एक दूसरे पर चढ़ाकर बनाते हैं फिर मशीनिंग कर उचित माप व आकृति प्राप्त कर लेते हैं।



चित्र 2 : Padding

(4)टांका वेल्ड (Tack Weld)—यह एक अस्थायी जोड़ है इसमें बड़े-बड़े भागों को पूर्ण एवं अन्तिम रूप से वेल्डन करने से पूर्व सही संरेखण में रखने हेतु उपयुक्त स्थानों पर टाँके लगाते हैं।

(5)खाँचा वेल्ड (Groove Weld)—इस जोड़ में जोड़े जाने वाले भागों के मध्य बने खाँचे में धातु भरकर तैयार करते हैं। इनका उपयोग बट व कार्नर जोड़ दोनों में होता है।

(6)प्लग एवं स्लॉट वेल्ड (Plug and Slot Weld)—इस प्रकार के जोड़ों में धातु खण्ड के एक भाग में छेद बनाकर सम्बन्धित दूसरे भाग के ऊपर रख देते हैं फिर इस छेद में पिघला धातु भरकर एक दूसरे से चिपका देते हैं। प्लग में छेद वृत्ताकार जबकि स्लॉट वेल्ड में दीर्घ वृत्ताकार छेद बनाते हैं।

(7)फिलेट वेल्ड (Fillet Weld)—यह जोड़ त्रिभुजाकार होते हैं। इस प्रक्रम में सतहों को समकोण पर जोड़ा जाता है। यह तीन प्रकार के होते हैं अवतल फिलेट वेल्ड, उत्तल फिलेट वेल्ड एवं पूर्ण वेल्ड। यह जोड़ एक या अधिक बीड़ के भराव से प्राप्त होते हैं।

(8)सतत जोड़ (Continuous Weld)—इस प्रकार के जोड़ बिना रिक्त स्थान छोड़े लगाये जाते हैं। इनका प्रयोग क्षरण सह (Leak Proof) कार्यों को पूर्ण करने में होता है।

(9)इंटरमिटेंट वेल्ड या अंतरालिय जोड़ (Intermittent Weld)—इस प्रकार के जोड़ समान रिक्त स्थान छोड़ कर लगाये जाते हैं। इनका उपयोग क्षरण मय (Leak Type) वस्तुयें बनाने में किया जाता है।

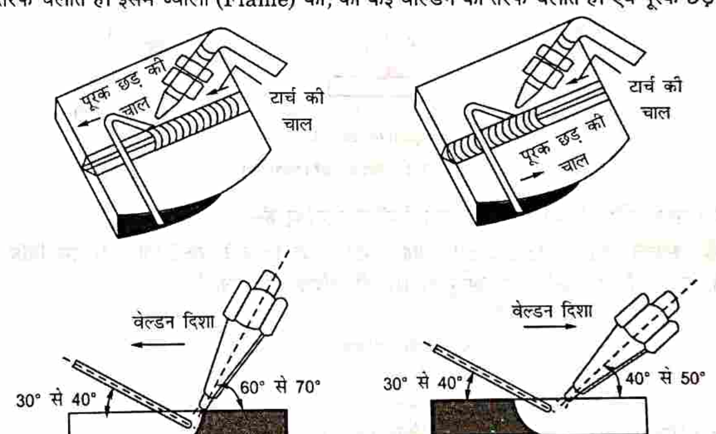
(10) कम्पोजिट वेल्ड या संयुक्त जोड़ (Composite Weld)—इस प्रकार के जोड़ रिविटों एवं वेल्डिंग दोनों प्रक्रियाओं के संयोग द्वारा लगाये जाते हैं। इनका प्रयोग पाइपों, ड्रमों, बॉयलरों में मजबूती प्रदान करने के लिए होता है।

1.1.6 वेल्डन तकनीकों के प्रारूप (Types of Welding Techniques)

वेल्डन तकनीक का तात्पर्य वेल्डन जोड़ के निर्माण के तौर तरीके से होता है। इसके लिए निम्न दो तकनीकें अपनायी जाती हैं—

(1)वामावर्त अथवा अग्र हस्त वेल्डन तकनीक (Leftward or Fore Hand Welding Technique)—इस प्रक्रिया में वैल्डिंग दायीं तरफ से बाँयी तरफ की ओर की जाती है। इस प्रक्रिया में ज्वाला, की गई वेल्डिंग से आगे चलती है एवं पूरक छड़ (Filler Rode) ज्वाला से आगे चलाई जाती है। इस तकनीक का उपयोग 3 mm तक की मोटाई के कार्यखण्डों को जोड़ने में होता है। इस प्रक्रिया में टॉर्च 60°–70° तक एवं पूरक छड़ को 30°–40° कोण पर रखते हैं।

(2)दक्षिणावर्त वेल्डन तकनीक (Rightward Welding Technique)—इस प्रक्रिया में वैल्डिंग बाँयी से दाँयी तरफ चलाते हैं। इसमें ज्वाला (Flame) को, की कई वेल्डिंग की तरफ चलाते हैं। एवं पूरक छड़ को ज्वाला के



चित्र 3

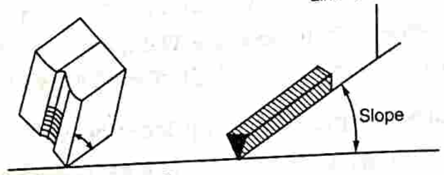
पीछे से चलाते हैं। इसका प्रयोग 5 mm से अधिक मोटाई के कार्यखण्डों को जोड़ने में होता है। यह वामावर्त वैल्डिंग की अपेक्षाकृत वायुमण्डलीय कुप्रभावों से अधिक सुरक्षित है। वैल्डिंग प्रक्रिया में टॉर्च 40°–50° एवं पूरक छड़ 30°–40° कोण पर रखे जाते हैं।

1.7.7 वैल्डिंग स्थितियाँ (Welding Position)

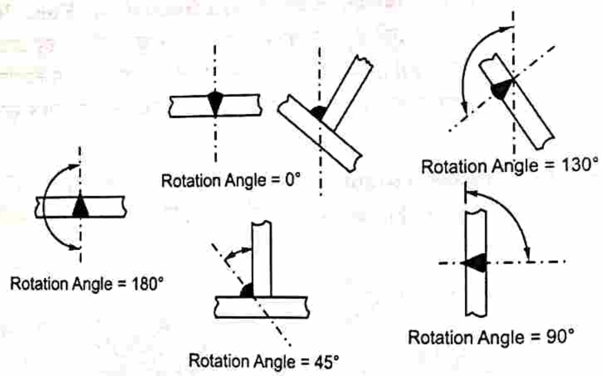
वैल्डिंग स्थितियों की जानकारी से पूर्व ढाल एवं घुमाव कोण दोनों की जानकारी होना आवश्यक होता है।

(a) स्लोप (Slope)—वैल्ड बीड का क्षैतिज से झुकाव ही वैल्डिंग का स्लोप कहलाता है।

(b) घुमाव कोण (Angle of Rotation)—ऊर्ध्वाधर तल एवं वैल्ड बीड के बीच से निकलने वाले तल के मध्य बने कोण को ही घुमाव कोण कहा जाता है।



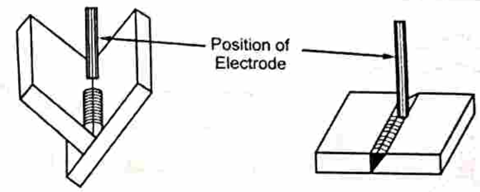
चित्र 4 : Slope



चित्र 5 : Angle of rotation

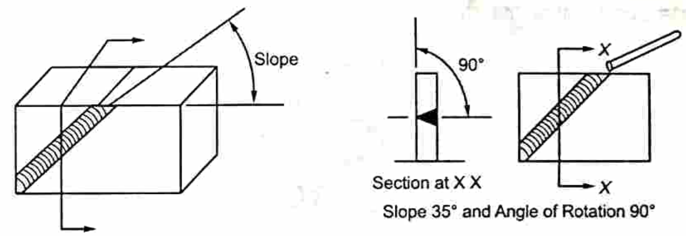
ढाल एवं घुमाव कोण के आधार पर वैल्डिंग स्थितियाँ निम्नवत् हैं—

(1) फ्लैट स्थिति (Flat Position)—यह सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाली विधि है। इस विधि में वैल्डिंग का ढ़ाल 10° से ज्यादा नहीं होता एवं वैल्ड घुमाव भी 10° से अधिक नहीं होता है।



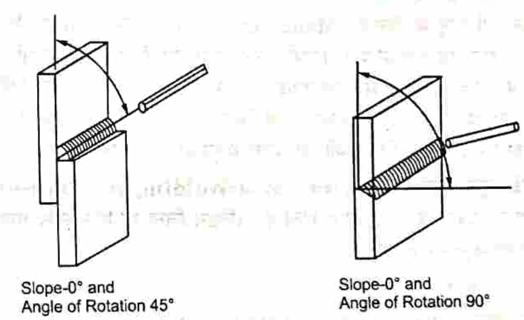
चित्र 6 : Flat Position

(2) ढ़लाव स्थिति (Inclined Position)—इस विधि में ढ़ाल 10° से अधिक परन्तु 45° से कम होता है। लेकिन घुमाव कोण 90° से अधिक नहीं होता है।



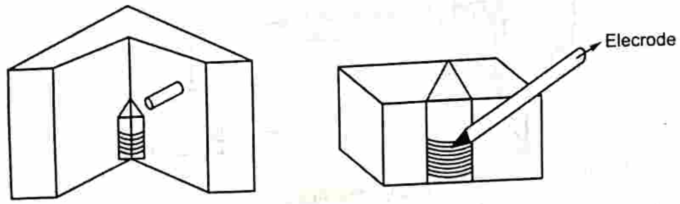
चित्र 7 : Inclined Position

(3) क्षैतिज स्थिति (Horizontal Position)—इस विधि में ढ़ाल कोण 10° से अधिक नहीं होता जबकि घुमाव कोण 10° से अधिक लेकिन समकोण 90° से कम रहता है।



चित्र 8 : Horizontal-Vertical Position

(4) ऊर्ध्वाधर स्थिति (Vertical Position)—इस विधि में बीड का ढ़ाल 45° से अधिक रहता है जबकि घुमाव कोण 0° से 180° तक रहता है।

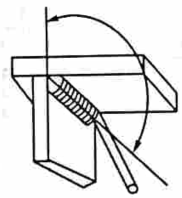


Slope-90°
Rotation-90°

Slope-90°
Rotation-90°

चित्र 9 : Vertical Position

(5)ओवर हैड स्थिति (Over Head Position)—इस विधि में बीड का ढ़ाल 45° से अधिक नहीं रहता जबकि घुमाव कोण 90° से अधिक रहता है।



Slope-0°
ANGLE OF ROTATION 135°
चित्र 10 : Over Head Position

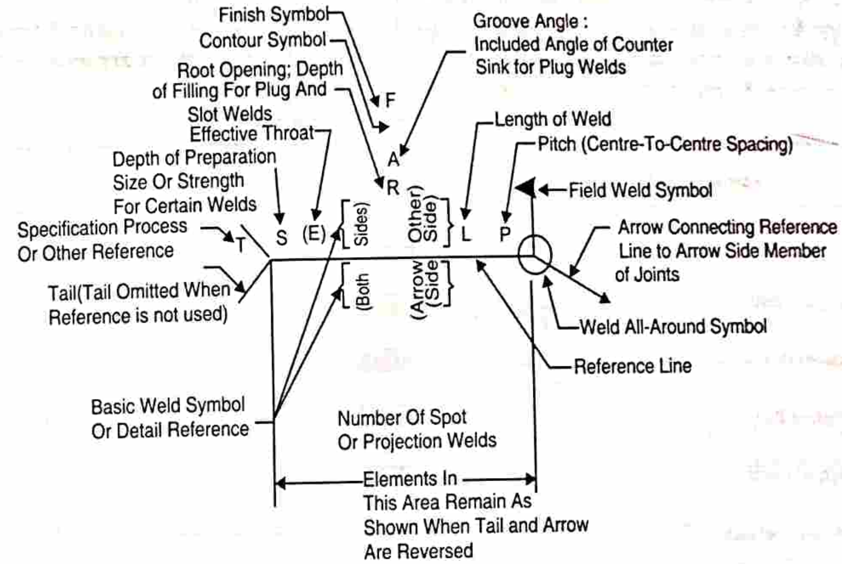
1.1.8 वैल्डिंग चिन्ह (Welding Symbols)

वर्तमान समय में किसी भी धातु के निर्माण (Manufacturing) हेतु उसकी ड्राइंग वैल्डर को दी जाती है जिसकी सहायता से जोड़ के आकार, स्थान एवं रूप के बारे में पूर्ण जानकारी मिलती है। पहले इन सभी जानकारी के लिए ड्राइंग शीट पर कुछ शब्द लिखे जाते थे। लेकिन ड्राइंग पर कम जगह होने के कारण शब्द लिखकर निर्देश देने से अधूरी तथा कम जानकारी ही मिल पाती थी। आजकल मानक चिन्हों का प्रयोग किया जाता है जिनके द्वारा बहुत कम स्थान में जोड़ के बारे में पूर्ण जानकारी प्राप्त हो जाती है। अत: इन चिन्हों की जानकारी बहुत ही आवश्यक है।

1. वैल्डिंग चिन्ह के मूल तत्व (Elements of a Welding Symbol)—वैल्डिंग चिन्ह (Welding Symbols) के द्वारा वैल्डों के प्रकार का ज्ञान प्राप्त होता है। वैल्डिंग चिन्ह के निम्न मूल भाग होते हैं—

(1) सांकेतिक रेखा (Reference Line)
(2) तीर का निशान (Arrow)
(3) माप तथा अन्य सामग्री (Dimensions and other Data)
(4) मूलभूत वैल्ड चिन्ह (Basic Weld Symbol)
(5) वैल्ड साफ करने की विधि के चिन्ह (Symbol for Method of Cleaning)
(6) सम्पूरक चिन्ह (Supplementary Symbol)
(7) विशिष्टतायें बनाने की प्रक्रिया या अन्य विवरण (Specifications Processes or Other Description)
(8) पिछला भाग (Tail)

उपरोक्त चित्र से निम्न जानकारी प्राप्त होती हैं—



चित्र 11

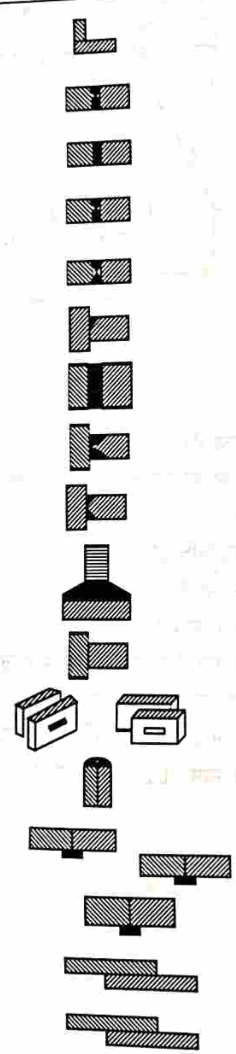
(1) जोड़ किस स्थान पर लगाना है?
(2) जोड़ का साइज क्या है? या वैल्डिंग द्वारा कितना स्थान भरा जाना है?
(3) जोड़ किस प्रकार का है?
(4) जोड़ को वैल्डिंग की किस विधि द्वारा बनाना है?
(5) जोड़ का तल किस प्रकार का है?
(6) जोड़ के किनारे किस प्रकार के हैं?
(7) जोड़ चारों ओर या केवल एक बिन्दू पर पर वैल्ड करना है?
(8) जोड़ के बारे में विशेष विवरण या निर्देश आदि।
(9) जोड़ लगातार (Continuous) या स्थान छोड़कर लगाना है।
(10) जोड़ को किस विधि द्वारा साफ (Clean) करना है?

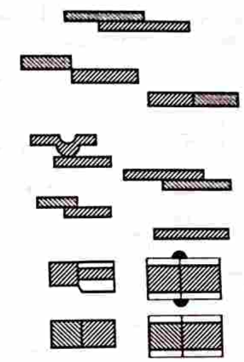
2. मूल तथा सम्पूरक वैल्ड चिन्ह (Basic Supplimentary Weld Symbol)—

मूल वैल्ड चिन्ह (Basic Weld Symbols)—मूल वैल्ड चिन्ह वस्तुत: वह छोटे-छोटे रेखाचित्र हैं जिनके द्वारा जोड़ के प्रकार के बारे में पूर्ण जानकारी मिल जाती है। इन चिन्हों का उपयोग करके संक्षिप्त तरीके से जोड़ का रूप दर्शाया या बताया जा सकता है। नीचे दी गयी सारणी में उपयोग में आने वाले चिन्ह दिखाये गये हैं।

Schedule of Basic Weld Symbols

Form of Weld	Sectional Representation	Symbol
1. Fillet		
2. Single-V Butt		
3. Square Butt		
4. Single-U Butt		
5. Double-V Butt		
6. Single-Bevel Butt		
7. Double-U Butt		
8. Single-J Butt		
9. Double-Bevel Butt		
10. Stud		
11. Double-J Butt		
12. Plug or Slot		
13. Bend (Edge or Seal)		
14. Backing Strip		
15. Sealing Run		
16. Seam		
17. Spot		
18. Stitch		
19. Mashed Seam		
20. Projection		
21. Mashed Stitch		
22. Butt Resistance or Pressure (Upset)		
23. Flash		

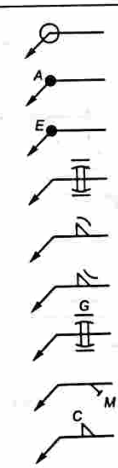




चित्र 12

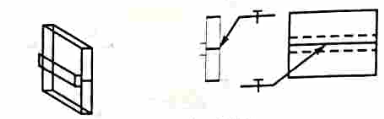
3. सम्पूरक वैल्ड चिन्ह (Supplimentary Weld Symbols)—इन चिन्हों का उपयोग मूलभूत वैल्ड के अग्र भाग पर लगे तीर की ओर आगे की जानकारी देने में किया जाता है। इन चिन्हों को नीचे दी गई सारणी में दिखाया गया है।

S.No.	Symbol	Representation	Description
1.	O		Weld All-around
2.	● A		Flush Contour
3.	E ●		Convex Contour
4.	—		Concave Contour
5.	⌒		Site Weld (Assembly Weld)
6.	(		Site Weld (Election Weld)
7.	G		Grinding Finish
8.	M		Chipping Finish
9.	C		Machining Finish

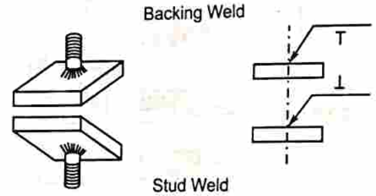


चित्र 13

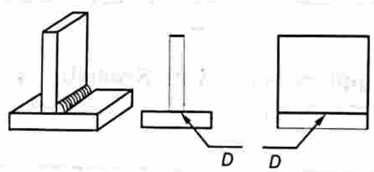
4. सांकेतिक रेखा तथा वैल्ड चिन्हों के उदाहरण (Examples of Reference Line and Weld Symbols)—सांकेतिक रेखा तथा चिन्हों के उपयोग समझाने हेतु नीचे कुछ उदाहरण दिये गये हैं—



Backing Weld

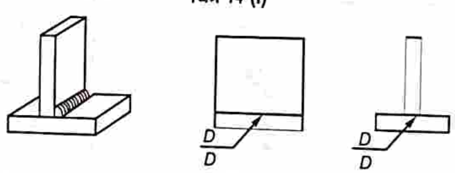


Stud Weld

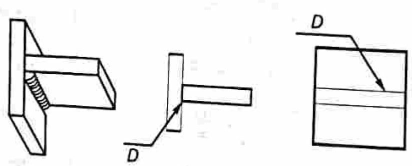


Single-Bevel Butt Weld

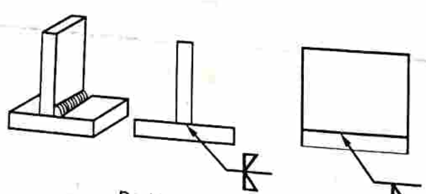
चित्र 14 (i)



Double-Bevel Butt Weld

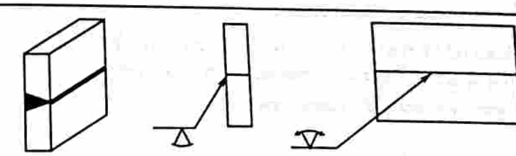


Single-J Butt Weld

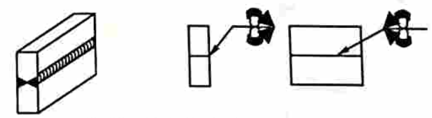


Double-J Butt Weld

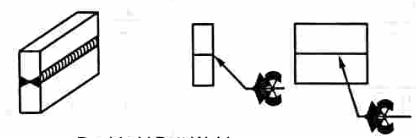
चित्र 14 (ii)



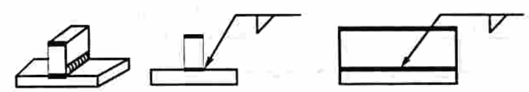
Single-V-Butt Weld



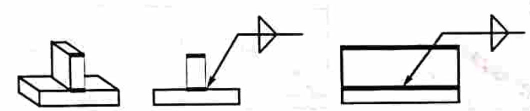
Double-U Butt Weld



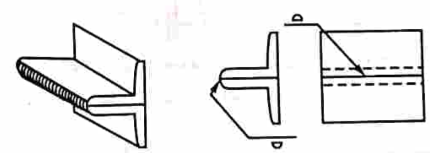
Double-V Butt Weld



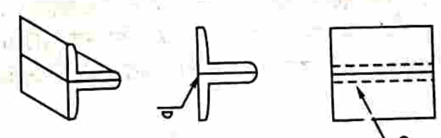
Fillet Weld on One Side of Tee



Fillet Weld on Each Side of Tee

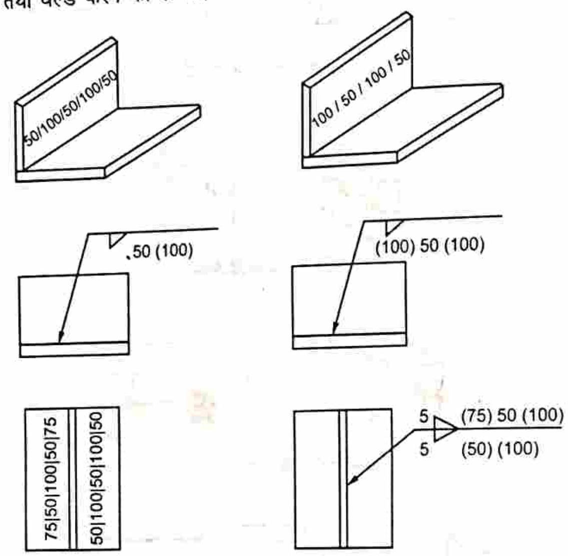


Edge Weld

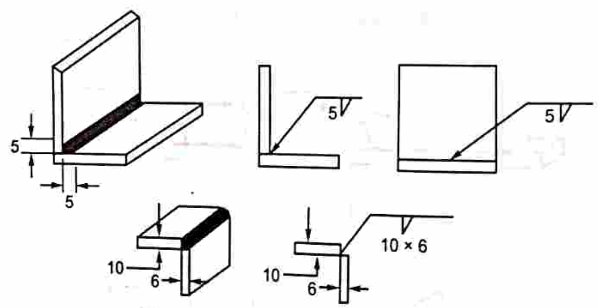


Seal Weld

जोड़ का आकार (Size of Weld)—जोड़ के साइज से तात्पर्य उसकी लम्बाई से होता है। लम्बाई मिमी० में लिखी जाती है। यद्यपि लम्बाई के बारे में कुछ न लिखा हो तो पूरी लम्बाई वैल्ड की जाती है। जहाँ जोड़ों की जगह छोड़कर वैल्ड पूरा करना हो वहाँ इनकी पिच तथा वैल्ड करने की लम्बाई नीचे दिये गये चित्र के अनुसार लिखते हैं।



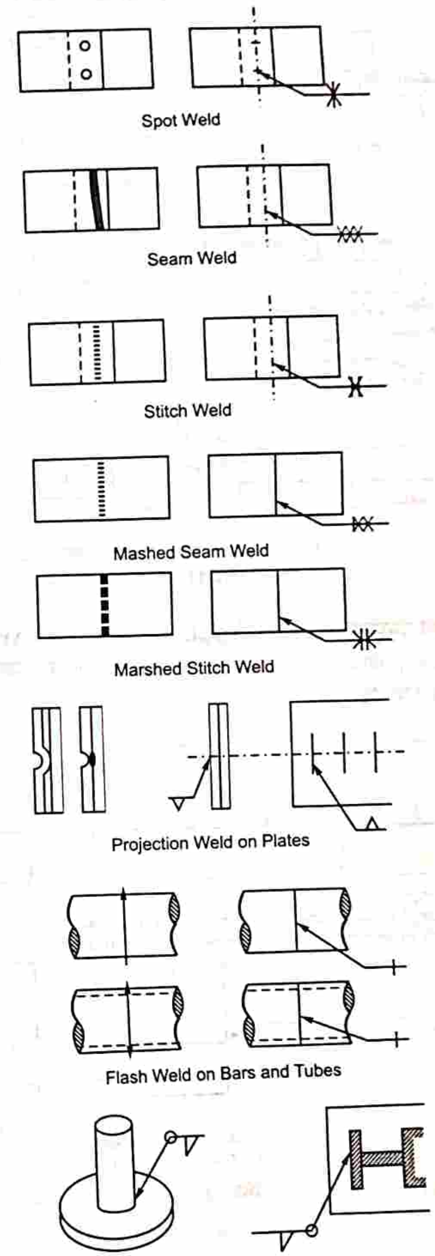
Representation of length to be welded in joints



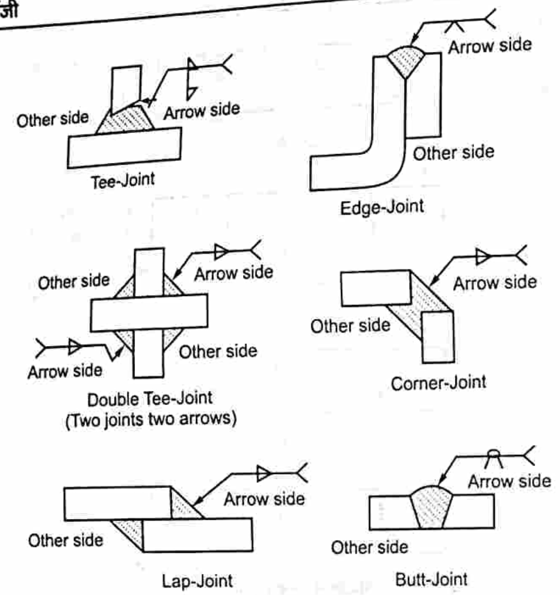
Size of Fillet Weld and Corner Weld

चित्र 15

6. तीर की स्थिति का महत्त्व (Importance of the Position of Arrow)—जोड़, तीर के निशान का आधार है। जिस तीर (Arrow) का निशान लगाया जाता है उसे तीर वाला भाग, साइड ऐरो (Arrow Side) कहते हैं। इसे नियर साइड (Near Side) कहते हैं। जोड़ के दूसरी ओर के भाग को दूसरी साइड (Other Side) या फार साइड (Far Side) भी कहा जाता है। जब जोड़े के ओर से वैल्ड करना हो तो दोनों साइड (Both Side) शब्द का प्रयोग किया जाता है। चित्र में इसका वर्णन किया गया है।

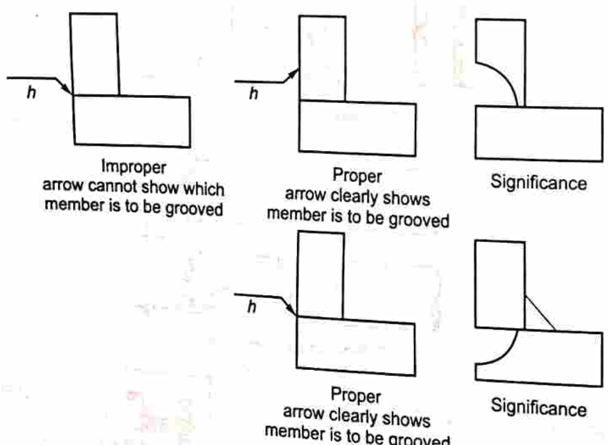


चित्र 16 : Example of Reference Line and Weld Symbols



चित्र 17

7. तीर के निशान का उचित उपयोग (Proper Application of the Arrow Lead)—वैल्डिंग जोड़ में प्लेट के किस भाग में झिर्री (Groove) आदि डालनी है, इस बात का ज्ञान भी तीर के निशान से चलना चाहिए। तीर के निशान का सही उपयोग चित्र में समझाया गया है।



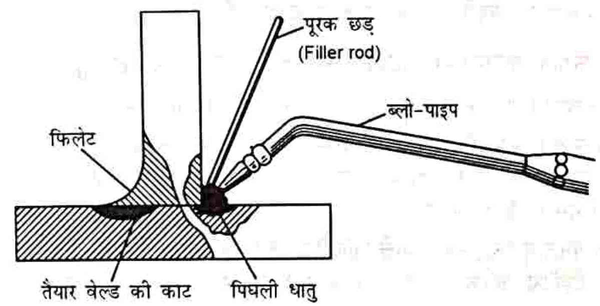
चित्र 18

1.2 गैस वेल्डिंग (Gas Welding)

1.2.1 गैस वेल्डिंग—गैस वेल्डिंग विधि में जोड़े जाने वाले धातु-खण्डों या भागों का संग्लन (fusion) तापमान तक गर्म करने के लिए ज्वलनशील गैसों की ज्वाला का प्रयोग करते हैं। तत्पश्चात् पूरक धातु (filler metal) का प्रयोग करके बिना दाब डाले ही वेल्डन करते हैं।

इस प्रकार ऐसी वेल्डन विधि जिसमें जोड़े जाने वाले भागों को गैस संगलन तापमान तक गर्म करते हैं, संगलन वेल्डन (fusion welding) कहलाती है।

गैस संगलन वेल्डन विधि में जोड़े जाने वाले भागों का गैस द्वारा पिघलने के तापमान तक गर्म करते हैं फिर उचित समय के बाद पूरक धातु भी साथ-साथ पिघलायी जाती है तथा जोड़े जाने वाले भागों के बीच खाली स्थान को पूरक धातु द्वारा भर दिया जाता है जिससे दोनों भागों की पिघली धातु आपस में मिल जाते हैं। थोड़ी ही देर में ठण्डा होने पर वेल्डन क्रिया पूरी हो जाती है और जोड़ प्राप्त हो जाता है।



चित्र 19 (b) : ऑक्सी-एसीटिलीन वेल्डन

इस विधि में ज्वलनशील गैस के रूप में धातु को पिघलाने के लिए मीथेन, एसीटिलीन, हाइड्रोजन आदि गैसों का प्रयोग होता है जिसे जलाने के लिए शुद्ध ऑक्सीजन गैस का भी प्रयोग होता है। भारी कार्यों के लिए तथा इस्पात खण्डों को जोड़ने के लिए एसीटिलीन गैस का प्रयोग करते हैं। इसके ज्वाला का अधिकतम तापमान सबसे अधिक लगभग 3100°C होता है। हाइड्रोजन तथा मिथेन गैस का प्रयोग पतली धातु चादरों या हल्के जोड़ के लिए किया जाता है क्योंकि इनके ज्वाला का तापमान कम होता है।

एसीटीलीन गैस ज्वाला द्वारा वेल्डन की विधि को ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन कहते हैं। गैस वेल्डन में ज्यादातर इसी विधि का प्रयोग किया जाता है। इसकी सहायता से ढलवाँ लोहा, इस्पात, धातु-चादर ज्यादातर सभी लौह तथा अलौह-धातुयें वेल्ड की जा सकती हैं।

ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन करने के लिए एसीटीलीन गैस व्यावहारिक रूप में दो प्रकार से मिलती है—पहला सिलिण्डर में भरा हुआ तथा दूसरा गैस वेल्डन के स्थान पर ही जनित्र (Generator) में बनायी जाती है। इस विधि में जो ऑक्सीजन प्रयोग किया जाता है वह सिलिण्डर में उच्च दाब पर (लगभग 130 वायुमण्डलीय दाब) पर भरी होती है।

1.2.2 उच्च दाब ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन (High Pressure Oxy-Acetylene Welding)

गैस वेल्डन में जब हम एसीटीलीन (लगभग 15 वायुमण्डलीय दाब पर) व ऑक्सीजन (लगभग 130 वायुमण्डलीय दाब पर) सिलिण्डर में संचित गैसों का प्रयोग करते हैं और वेल्डन के लिए उच्च दाब वेल्डन ब्लो-पाइप का प्रयोग करते हैं तो यह विधि उच्च दाब ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन कहलाती है।

ब्लो-पाइप में एक मिश्रण कक्ष (Mixing chamber) होता है जिसमें सिलिण्डर से निकलने के बाद दोनों गैसों का मिश्रण बनता है। यही मिश्रण फिर ब्लो-पाइप की नॉजल से बाहर निकलता है। उसके बाद उसे जलाकर ज्वाला प्राप्त करते हैं। दोनों गैसों को ब्लो-पाइप में लगभग 1 kg/cm^2 के दाब पर भेजी जाती है।

1.2.3 निम्न दाब ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन (Low Pressure Oxy-acetylene Welding)

यह एक ऐसी विधि होती है जिसका प्रयोग छोटे व हल्के कार्यों के लिए अधिक होता है। इस विधि में वेल्डन कार्य स्थान के पास ही एक जनित्र (Generator) में कैल्शियम कार्बाइड तथा जल की प्रतिक्रिया कराके एसीटीलीन गैस बनाई जाती है। उसके बाद बनने वाली गैस को एक होल्डर में लगभग 20 gm/cm^2 के हल्के दाब पर संचित किया जाता है। इस वेल्डन विधि में एक इन्जेक्टर ब्लो-पाइप (Injector Blow Pipe) का प्रयोग करते हैं जिसमें एक मिश्रण कक्ष होता है। इस मिश्रण कक्ष (Mixing chamber) में उच्च दाब (लगभग 2 kg/cm^2) पर पहले से ही सिलेण्डर में रखे ऑक्सीजन को भेजा जाता है जो कि निम्न दाब पर एसीटीलीन को मिश्रण कक्ष में खींचती है जहाँ पर दोनों गैसों का मिश्रण होता है जो बाद में ब्लो-पाइप के नॉजल से बाहर निकलता है जिसे जलाने के बाद ज्वाला प्राप्त होती है।

1.2.3 गैस वेल्डन में ज्वाला बनाना (To Make Flame in Gas Welding)

ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन में सबसे महत्वपूर्ण तत्व ज्वलनशील गैस एवं उसकी ज्वाला (flame) होती है।

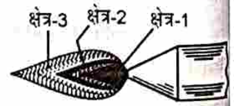
ज्वाला बनाने के लिए सर्वप्रथम सिलिण्डर या जनित्र से निकलने वाली ब्लो-पाइप को समंजित (Adjust) करते हैं। गैसों के नियंत्रण को समंजित करने के लिए ब्लो पाइप पर दो वाल्व (valve) लगे होते हैं जिसमें एक ऑक्सीजन गैस के लिए होता है तथा दूसरा एसीटीलीन गैस के लिए होता है।

आमतौर पर ज्वाला बनाने के लिए सबसे पहले ऑक्सीजन वाल्व को थोड़ा-सा खोलते हैं। उसके बाद एसीटीलीन वाल्व को ऑक्सीजन वाल्व से थोड़ा सा अधिक खोलते हैं। उसके बाद ब्लो-पाइप के नॉजल से निकालते हुए दोनों गैसों के मिश्रण को घर्षण लाइटर (Friction Lighter) या स्थिर पॉयलट ज्वाला (Stationary Pilot flame) द्वारा जलाते हैं। इस प्रकार से नॉजल के मुँह पर ज्वाला बन जाती है। वांछित या उपयुक्त प्रकार की ज्वाला बनाने के लिए ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन के वाल्वों को समंजित करते हैं।

वेल्डन क्रिया समाप्त होने के बाद सबसे पहले एसीटीलीन वाल्व को बंद करते हैं। उसके बाद ऑक्सीजन वाल्व को बन्द करते हैं।

1.2.4 ज्वाला (Flame)

ऑक्सी-एसीटीलीन गैस से बनने वाली ज्वाला को हम तीन क्षेत्रों (Zones) में बाँटते हैं। हर क्षेत्र का अपना अलग काम होता है। दिये गये चित्रानुसार



चित्र 20 : ज्वाला

क्षेत्र-1 में एसीटीलीन (C_2H_2), ऑक्सीजन (O_2) से क्रिया करके कार्बन मोनो ऑक्साइड (CO) बनाती है और हाइड्रोजन (H_2) निकालती है।

Chemical equation— $C_2H_2 + O_2 = 2CO + H_2$

क्षेत्र-2 में कार्बन मोनो ऑक्साइड और हाइड्रोजन के आयतन का अनुपात 2:1 होता है। वेल्डन के अन्तर्गत यही क्षेत्र धातु को स्पर्श करता है जिससे ज्वाला के अवकारक (Reducing) लक्षण के कारण धातु से ऑक्सीजन खिंचती है तथा उसका ऑक्सीकरण भी नहीं होता है।

क्षेत्र-3 में कार्बन मोनो ऑक्साइड, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से मिलकर कार्बन डाइ-ऑक्साइड तथा पानी बनाते हैं पानी भाप बनकर उड़ता जाता है।

रासायनिक समीकरण— $4CO + 2H_2 + 3O_2 = 3CO_2 + 2H_2O$

ज्वाला के प्रकार (Types of Flame)

ब्लो-पाइप से निकलने वाली ज्वाला को ऑक्सीजन और एसीटीलीन के अनुपात के आधार पर तीन प्रकार से बाँटते हैं—

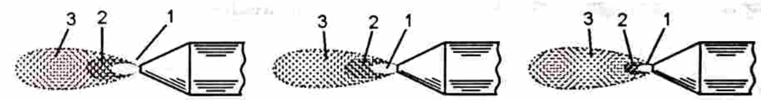
1. उदासीन ज्वाला (Neutral Flame)
2. कार्बुरीकारक या अवकारक ज्वाला (Carburizing or Reducing Flame)
3. ऑक्सीकारक ज्वाला (Oxidising Flame)

1. उदासीन ज्वाला (Neutral Flame)—यह ऐसी ज्वाला होती है जो पिघली धातु पर कोई भी रासायनिक प्रक्रिया नहीं करती है। अर्थात् उस धातु के प्रति उदासीन रहती है। इस ज्वाला में ऑक्सीजन व एसीटीलीन का अनुपात 1:1 अर्थात् बराबर होता है।

इसके ज्वाला का क्षेत्र-1 पीलापन लिये हुये नीले कोन (cone) के रूप में होता है जिसकी नोंक गोलाई लिये हुये होती है। क्षेत्र-1 को घेरे हुए ही हल्का-सा क्षेत्र-2 होता है। उसके बाद क्षेत्र-3 होता है चित्र (अ) के अनुसार।

इस्पात, बेदाग इस्पात, ताँबा, एल्युमीनियम, ढलवाँ लोहा आदि का वेल्ड करने के लिए इस ज्वाला का प्रयोग करते हैं।

2. कार्बुरीकारक या अवकारक ज्वाला (Carburizing or reducing flame)—यह एक ऐसी ज्वाला होती है जिसमें एसीटीलीन की मात्रा ऑक्सीजन की अपेक्षा अधिक होती है। उदासीन ज्वाला की तुलना में इसमें अन्दर के कोन की किनार इतनी तेज नहीं होती है। इस ज्वाला में एसीटीलीन की मात्रा अधिक होने के कारण इसके बीच का क्षेत्र दिखता है। इसके क्षेत्रों में किनार नहीं होती है।



(अ) उदासीन ज्वाला (ब) अवकारक ज्वाला (स) ऑक्सीकारक ज्वाला

चित्र 21

इसके मध्य के क्षेत्र में सफेद गर्म कार्बन के कण होते हैं। यही कण वेल्डन प्रक्रिया के दौरान पिघली धातु में जल जाते हैं। इसलिए इस ज्वाला को कार्बुरीकारक ज्वाला (Carburizing flame) कहा जाता है। इस्पात या लोहे के वेल्डन प्रक्रिया के दौरान यह ज्वाला लौह धातु के ऑक्साइड में से ऑक्सीजन को निकाल देती है। इसलिए इस ज्वाला को अवकारक ज्वाला (Reducing flame) भी कहा जाता है। चित्र 3 (ब) में इस ज्वाला को दिखाया गया है। एल्युमीनियम तथा उसके मिश्र धातुओं को वेल्ड करने के लिए इस ज्वाला का प्रयोग करते हैं क्योंकि इनके वेल्डन में ऑक्सीकरण नहीं होता है।

3. ऑक्सीकारक ज्वाला (Oxidising Flame)—यह एक ऐसी ज्वाला होती है जिसमें ऑक्सीजन की मात्रा एसीटीलीन की अपेक्षा अधिक होती है। इस ज्वाला में क्षेत्र-1 कुछ छोटा परन्तु नोकदार एवं सफेद चमकीला होता है। इस ज्वाला का क्षेत्र-2 लगभग पूरी तरह समाप्त हो जाता है। इसका क्षेत्र-3 नुकीला, पतला एवं लम्बा होता है। चित्र (स) के अनुसार।

इस ज्वाला का प्रयोग धातु कटाई से पहले गर्म करने के लिए किया जाता है। इस ज्वाला का ज्यादातर प्रयोग कांसा, पीतल इत्यादि अलौह धातुओं को वेल्ड करने के लिए किया जाता है। यह ज्वाला इन धातुओं की अशुद्धियों का भी ऑक्सीकरण कर देती है।

1.2.7 विद्युत वेल्डन (Electric Welding)

वेल्डन की वह शाखा जिसके अन्तर्गत धातु के दो टुकड़ों को परस्पर जोड़ने के लिए आवश्यक ऊष्मा को विद्युत-धारा द्वारा प्राप्त करते हैं, विद्युत वेल्डन (Electric Welding) कहलाती है।

1.2.8 विद्युत वेल्डन का वर्गीकरण (Classification of Electric Welding)

1. **विद्युत धारा के आधार पर** (On the basis of Electric current)—
   (a) दिष्ट धारा वेल्डन (D.C. Welding)
   (b) प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन (A.C. Welding)
2. **उष्मा प्राप्त करने के आधार पर** (On the basis of source of heat)—
   (a) आर्क वेल्डन (Arc Welding)
   (b) प्रतिरोध वेल्डन (Resistance Welding)
   (c) संगलन वेल्डन (Fusion Welding)
3. **इलेक्ट्रोड प्रयोग के आधार पर** (On the basis of use of electrode)—
   (a) कार्बन आर्क वेल्डन (Carbon arc welding)
   (b) ग्रेफाइट आर्क वेल्डन (Graphite arc welding)
   (c) धातु आर्क वेल्डन (Metal arc welding)
   (d) परिरक्षित आर्क वेल्डन (Shielded arc welding)
4. **वेल्ड के आकार के आधार पर** (On the basis of shape of weld)—
   (a) बिन्दु वेल्डन (Spot welding)
   (b) कुन्द वेल्डन (Butt welding)
   (c) संस्तर वेल्डन (Seam welding)
   (d) ट्यूब वेल्डन (Tube welding)
5. **धातु भागों को एक-दूसरे से जोड़ने के आधार पर** (On the basis of joining of metal parts)—
   (a) सम्पीडन वेल्डन (Compression Welding)
   (b) संगलन वेल्डन (Fusion Welding)

इस अध्याय में मुख्य रूप से प्रयोग होने वाले वेल्डन विधियों का वर्णन किया गया है।

1.2.8 आर्क वेल्डन (Arc Welding)

निम्न वोल्टता पर अधिक धारा का विसर्जन (discharge) ही आर्क होता है जो कैथोड (Cathode) से इलेक्ट्रॉनों के तापायनिक उत्सर्जन (Thermionic emission) के कारण क्रिया करके लगातार बना रहता है। इसका प्रयोग जब वेल्डन में किया जाता है तब यह विद्युत आर्क वेल्डन कहलाता है।

आर्क वेल्डन में आर्क (Arc) बनाने के लिए सबसे पहले वेल्ड किये जाने वाले भाग को एक टर्मिनल (Terminal) के रूप में प्रयोग करते हुये, उसके इलेक्ट्रोड को धातु भाग पर स्पर्श कराते हैं जिस कारण दोनों के स्पर्श भागों से अधिकतम धारा प्रवाहित होने लगती है और जोड़ इतना अधिक गर्म हो जाता है कि तापायनिक उत्सर्जन हो सके। तत्पश्चात् उस धातु भाग से इलेक्ट्रोड को हटा लिया जाता है ताकि इलेक्ट्रोड और धातु के बीच कुछ अन्तराल (gap) बन सके। अन्तराल बनने के कारण आयनीकृत वायु अन्तराल (ionized air gap) से धारा बहने लगती है जिसे आर्क (Arc) कहते हैं।

साधारण आर्क वेल्डन में धारा 80 से 500 एम्पीयर के बीच अथवा वोल्टता 50 से 80 वोल्ट तक रखी जाती है, जबकि बड़े आर्क वेल्डन प्रबन्धों में धारा 1000 एम्पीयर या उससे भी अधिक धारा का प्रयोग किया जाता है।

इसके इलेक्ट्रोड के सिरे पर विद्युत आर्क का तापमान लगभग 3400°C और धातु पर लगभग 4000°C तक होता है। विद्युत आर्क के लिए प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) या दिष्ट धारा (D.C.) का प्रयोग होता है। दिष्ट धारा के प्रयोग करने की दिशा में धनाग्र (+ve Pole) पर तापमान ऋणाग्र (– ve Pole) की अपेक्षा लगभग 500°C अधिक होता है इसलिए इसमें धनाग्र (+ve Pole) को कार्य या धातु से जोड़ा जाता है।

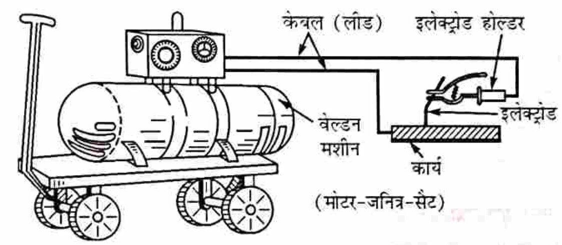
विद्युत आर्क दो कार्बन इलेक्ट्रोडों के बीच, दो टंगस्टन इलेक्ट्रोडों के बीच, एक कार्बन इलेक्ट्रोड तथा वेल्ड की जाने वाली धातु के बीच या एक धातु इलेक्ट्रोड जो पूरक धातु का कार्य भी करता है तथा कार्य के बीच बनाये जाते हैं। इसी के आधार पर आर्क वेल्डन का नाम होता है।

1.2.9 दिष्ट धारा और प्रत्यावर्ती धारा आर्क वेल्डन (D.C. and A.C. arc welding)

इस वेल्डन में मुख्य रूप से एक वेल्डन मशीन, एक इलेक्ट्रोड होल्डर, दो लीड (leads) कनेक्शन के लिए, एक इलेक्ट्रोड तथा कार्य या कार्यखण्ड (workpiece) की आवश्यकता होती है।

विद्युत आर्क वेल्डन में आर्क बनाने के लिए आवश्यक विद्युत शक्ति, दिष्ट धारा (D.C.) या प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) द्वारा प्राप्त की जाती है। अपनी-अपनी विशेषताओं एवं उपयोगिता के आधार पर इन धाराओं का प्रयोग किया जाता है।

चित्र में आर्क वेल्डन के संयोजन को दिखाया गया है।



चित्र 22 : आर्क वेल्डन

आमतौर पर विद्युत सप्लाई मेन्स (Electric supply mains) द्वारा प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) मिलती है। इसकी जगह यदि दिष्ट धारा (D.C.) का प्रयोग किया जाता है तब सबसे पहले मेन्स की प्रत्यावर्ती धारा को रेक्टीफायर (Rectifier) या कनवर्टर (Converter) के द्वारा उच्च धारा तथा निम्न वोल्टता को दिष्ट धारा (D.C.) में परिवर्तित कर लिया जाता है। कभी-कभी दिष्ट धारा (D.C.) के लिए उपयुक्त जनित्र (Generator) का भी प्रयोग किया जाता है।

यह जनित्र, पेट्रोल इंजन या डीजल इंजन द्वारा चलाये जाते हैं या फिर A.C. या D.C. मोटर द्वारा भी चलाये जाते हैं। यदि A.C. का प्रयोग करना हो तो सप्लाई मेन्स की A.C. को निम्न वोल्ट (Low volt) और उच्च एम्पीयर (High ampere) धारा में ट्रांसफार्मर द्वारा परिवर्तित कर दिया जाता है।

कार्य के अनुसार आर्क की लम्बाई को निर्धारित किया जाता है। अगर आर्क की लम्बाई आवश्यकता से छोटी हो तो वह धातु को पिघलाकर उबाल देता है तथा अगर आर्क की लम्बाई आवश्यकता से अधिक लम्बी हो तो वह कार्य पर ठीक प्रकार से स्थिर नहीं हो सकेगा और वेल्ड के स्थान से इधर-उधर हटने लगेगा जिस कारण ऊष्मा व इलेक्ट्रोड का व्यर्थ ही व्यय होगा। आर्क द्वारा वेल्डन करने के लिए जोड़ी जाने वाली धातु के दोनों भागों को जोड़ पर पिघलाते हैं। इस क्रिया में यदि पूरक धातु (filler metal) का प्रयोग किया जाता है तो इसकी छड़ को भी धातु के साथ पिघलाया जाता है। इस प्रकार आर्क वेल्डन की क्रिया सम्पन्न होती है।

वेल्डन में दिष्ट धारा (D.C.) तथा प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) के लाभ तथा हानियाँ (Merits & Demerits of D.C. and A.C. in Welding)

1. दिष्ट धारा जनित्र की अपेक्षा प्रत्यावर्ती धारा ट्रांसफार्मर की देख-रेख आसान होती है तथा इसमें खर्च भी कम आता है।

दिष्ट धारा वेल्डन की अपेक्षा प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन में फर्श का कम क्षेत्रफल (Area) घेरता है।

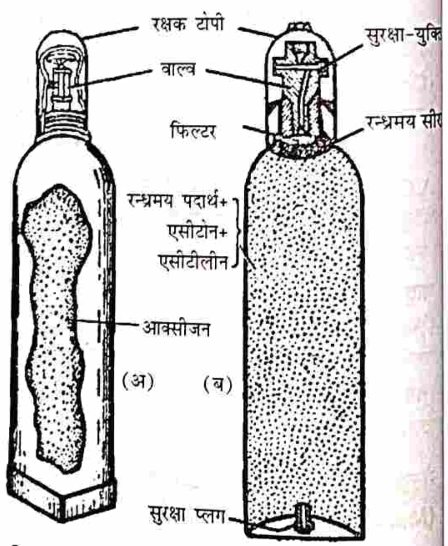
2. दिष्ट धारा वेल्डन की अपेक्षा प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन में इसका उपकरण सुवाह्य (Portable) होता है।
3. यदि उपकरण बहुत बड़े न हों तो प्रत्यावर्ती धारा की दशा में इसका उपकरण सुवाह्य (Portable) होता है।
4. दिष्ट धारा वेल्डन में पेट्रोल या डीजल इंजन लगाने से दिष्ट धारा उपकरण स्वयं में पूर्ण होते हैं जबकि प्रत्यावर्ती धारा के लिए अलग से सप्लाई मेन्स की जरूरत पड़ती है।
5. दिष्ट धारा से लगने वाला झटका (Shock) प्रत्यावर्ती धारा की अपेक्षा हल्का होता है।
6. प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन के उपकरण दिष्ट धारा की अपेक्षा बहुत कम आवाज करते हैं।
7. फैक्ट्रियों में प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) की ही सप्लाई होती है इसलिए प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन के लिए सिर्फ एक ट्रांसफार्मर की ही आवश्यकता होती है जिसकी कीमत (cost) जनित्र (generator) से काफी कम होती है, जबकि दिष्ट धारा वेल्डन के लिए एक जनित्र (generator) या रेक्टीफायर (Rectifier) की आवश्यकता होती है।
8. अलौह धातु के वेल्डन के लिए ध्रुवता (Polarity) बदलने की आवश्यकता होती है, जो केवल दिष्ट धारा में ही सम्भव है।
9. प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन के उपकरणों के रख-रखाव का खर्च कम आता है जबकि दिष्ट धारा वेल्डन उपकरणों के रख-रखाव का खर्च अधिक आता है।
10. प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन में केवल लेपित (coated) इलेक्ट्रोड का ही प्रयोग होता है जबकि दिष्ट धारा वेल्डन में नंगे (bare) तथा लेपित दोनों प्रकार के इलेक्ट्रोड का प्रयोग हो सकता है।
11. प्रत्यावर्ती धारा का आर्क दिष्ट धारा के आर्क की अपेक्षा कम स्थायी होता है।
12. प्रत्यावर्ती धारा वेल्डन में आर्क-ब्लो (Arc Blow) नहीं होता है अर्थात् आर्क इधर-उधर नहीं हटता है जबकि दिष्ट धारा वेल्डन में आर्क-ब्लो होता है।

1.2.11 वेल्डन के औजार एवं उपकरण (Welding tools and Apparatus)

1. ऑक्सीजन तथा एसीटीलीन उच्च दाब सिलिण्डर

(A) ऑक्सीजन सिलिण्डर (Oxygen cylinder)—गैस वेल्डन में एसीटीलीन गैस को जलाने व तेज धारा देने के लिए ऑक्सीजन का प्रयोग किया जाता है जो कि एक सिलिण्डर में भरी होती है। यह सिलिण्डर मिश्र-धातु इस्पात का इस तरह बना होता है कि उसमें कोई भी संस्तर (seam) नहीं होते हैं और इन्हें ऊष्मा उपचारित भी किया जाता है। ये काफी मजबूत और सामर्थ्य वाले बनाये जाते हैं।

सिलिण्डर में भरी ऑक्सीजन का तापमान लगभग 20°C तथा दाब 15 MPa या 150 kg/cm^2 होता है। सिलिण्डरों की दीवार की मोटाई 6 mm से 10 mm तक रखी जाती है। सामान्यत: इसकी लम्बाई 1.5 मीटर व व्यास (dia) 20 cm से 30 cm तक के बनाये जाते हैं। भरे हुये सिलिण्डर का भार लगभग 300 न्यूटन किग्रा से 750 न्यूटन किग्रा के बीच होता है जबकि खाली सिलिण्डर का भार 25 kg से लेकर 70 kg तक होता है। इसकी क्षमता 2.4 m^3 से 7 m^3 तक ऑक्सीजन भरने की होती है।



चित्र 23 (अ), (ब) : ऑक्सीजन तथा एसीटीलीन सिलिण्डर

ऑक्सीजन सिलिण्डर के आधार (Base) पर एक वर्ग (Square) छल्ला चढ़ा होता है, ताकि सिलिण्डर सीधा खड़ा हो सके। इसके गले पर एक वाल्व लगा रहता है जिसके ऊपर चूड़ी द्वारा एक रक्षक टोपी (Protector cap) सुरक्षा की दृष्टि से लगा दी जाती है। वाल्व में क्षरण (leakage) रोकने का तथा सुरक्षा के लिए प्लग आदि का प्रबन्ध होता है। वाल्व में उच्च दाब पर कार्य करने की क्षमता होती है। इसे एक दस्ती पहिये (Hand Wheel) द्वारा खोला या वन्द किया जा सकता है।

वाल्व के सभी भाग जो कि सिलिण्डर के ऑक्सीजन के सम्पर्क में आते हैं वे पीतल (Brass) के बनाये जाते हैं। वेल्डन क्रिया के समय इस सिलिण्डर पर दाब नियामक वाल्व (Pressure regulator valve) भी लगाने का प्रबन्ध होता है।

(B) एसीटीलीन सिलिण्डर (Acetylene Cylinder)—इस सिलिण्डर को भी इस्पात से बनाया जाता है और ये भी बिना संस्तर (seam) वाले बनाये जाते हैं। इसमें एसीटीलीन लगभग 1·5 MPa या 15 kg/cm^2 दाब पर भरी रहती है। इसे सिलिण्डर के अन्दर एसीटोन में घोलकर रखा जाता है। सम्पीडित एसीटीलीन जल सकती है इसलिए इसको जलने से बचाने के लिए एसीटोन को रन्ध्रमय पदार्थ, क्रियान्वित चारकोल (Activated Charcoal) में डुबाकर रखा जाता है जो सिलिण्डर के आयतन को कई छोटे-छोटे भागों (रन्ध्रों) में बाँट देता है जिससे पूर्ण एसीटीलीन की अचानक प्रतिक्रिया की सम्भावना समाप्त हो जाती है।

सिलिण्डर पर एक वाल्व लगा होता है जिसके द्वारा एसीटीलीन को निकाला जाता है। यह इस्पात का बना होता है। सुरक्षा के लिए इसके ऊपर सुरक्षा प्लग का प्रबन्ध होता है। प्रयोग न करने की स्थिति में वाल्व, रक्षक टोपी (Protector cap) द्वारा ढका रहता है। प्रयोग के समय वाल्व पर दाब नियामक वाल्व (Pressure Regulator Valve) लगाने की भी व्यवस्था होती है।

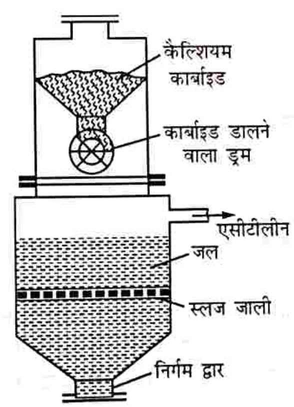
उपयोगिता के आधार पर ये सिलिण्डर कई साइजों में उपलब्ध होते हैं। भरी हुई दशा में इसका भार 25kg से 120 kg तक होता है जिनकी स्वतन्त्र एसीटीलीन भरने की क्षमता 1.5 m^3 से लेकर 8 m^3 तक होती है।

सामान्यत: ऑक्सीजन सिलिण्डर बाहर से काले रंग से पेंट किये होते हैं और एसीटीलीन सिलिण्डर लाल रंग से पेंट किये होते हैं।

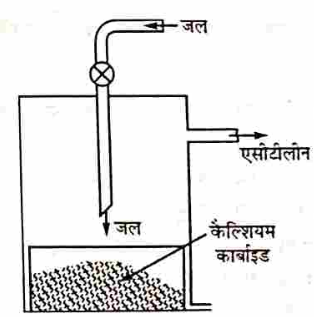
2. निम्न दाब एसीटीलीन जनित्र (Low Pressure acetylene generator)

एसीटीलीन जनित्र एक प्रकार की युक्ति (device) है जिसमें कैल्शियम कार्बाइड (CaC_2) और जल (H_2O) की प्रतिक्रिया कराके एसीटीलीन गैस बनायी जाती है।

आमतौर पर 5 m^3/hr से कम क्षमता वाले जनित्र सुवाह्य (Portable) होते हैं और 5 m^3/hr से अधिक क्षमता वाले जनित्र स्थिर (Stationary) होते हैं। निम्न दाब जनित्र में एसीटीलीन गैस का दाब 10k Pa या 0·1 kg / cm^2 तक रखा जाता है जबकि मध्यम दाब जनित्र में 10 kPa से 150 kPa तक या 0·1 kg / cm^2 से 1·5 kg / cm^2 तक दाब रखा जाता है।



चित्र 24



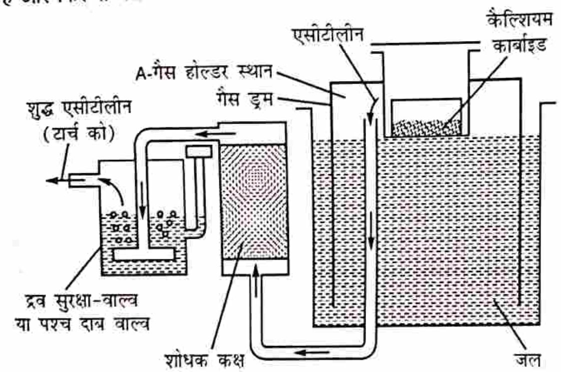
चित्र 25

एसीटीलीन गैस बनाने के लिए मुख्यत: दो तरीकों का इस्तेमाल होता है—

1. कैल्शियम कार्बाइड को जल में डालकर।

2. जल को कैल्शियम कार्बाइड में डालकर।

उपरोक्त के अलावा एक आधुनिक जनित्र भी होता है जिसे स्पर्श सिस्टम जनित्र (Contact System Generator) कहते हैं। इसमें कार्बाइड स्थिर पानी के सम्पर्क में आकर एसीटीलीन गैस बनाती है चित्र के अनुसार जो कि स्थान A में इकट्ठा होती जाती है। कुछ ही देर में स्थान A में एसीटीलीन का दाब इतना हो जाता है कि गैस ड्रम पर ऊपर की ओर दाब बनाने लगती है जिससे एसीटीलीन चैम्बर सहित ड्रम ऊपर उठ जाता है और जैसे ही ड्रम ऊपर उठता है जल से कार्बाइड का सम्पर्क हट जाता है और गैस बनना बंद हो जाता है। स्थान A में एसीटीलीन का दाब कम हो जाने पर गैस ड्रम नीचे जाने लगता है और पुन: जल के सम्पर्क में आ जाता है और फिर से गैस बनने लगती है। यही क्रिया वेल्डन के दौरान चलती रहती है। अन्त में बचे हुये



चित्र 26 : स्पर्श सिस्टम एसीटिलीन जनित्र

हाइड्रेटेड चूने या स्लज को बाहर निकाल दिया जाता है। ज्यादा स्लज हो जाने पर बीच में ही उसको निकाल दिया जाता है।

स्थान A में एकत्रित एसीटीलीन गैस, पाइप द्वारा शोधक कक्ष (Purifier chamber) में चला जाता है जहाँ इसे शोधक पदार्थ में से गुजारते हैं और इसकी अशुद्धियों को दूर कर दिया जाता है। शोधक पदार्थ के रूप में सिल्वर नाइट्रेट या चूने के क्लोराइड का प्रयोग करते हैं।

तत्पश्चात् इस एसीटीलीन गैस को द्रव सुरक्षा वाल्व (Hydraulic safety valve) में से गुजारा जाता है। द्रव सुरक्षा वाल्व वेल्डन के समय अधिक दाब ऑक्सीजन को गैस होल्डर (स्थान A) में आने से रोकता है जिस कारण दुर्घटना की संभावना काफी कम हो जाती है।

द्रव सुरक्षा वाल्व से निकलने के बाद एसीटीलीन को होज् पाइप (Hose pipe) से वेल्डन टार्च या ब्लो-पाइप में भेज दिया जाता है।

3. टार्च या ब्लो-पाइप (Torch or Blow Pipe)

टार्च या ब्लो-पाइप एक प्रकार का औजार या युक्ति है जिसमें ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन गैसों को आवश्यक अनुपात में मिलाकर उस मिश्रण को उसकी टिप पर जलाते हैं।

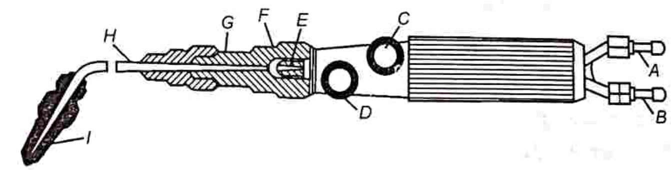
इसमें ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन गैस दो अलग-अलग पाइपों द्वारा आती हैं। इन गैसों का टार्च में आवश्यक या वांछित अनुपात में मिश्रण बनता है। मिश्रण बनने के बाद यह टार्च की नॉजल (Nozzle) में से 60 से 200 मीटर/सेकेण्ड की गति से बाहर निकलता है। वहीं टिप पर इसको जलाकर ऑक्सी-एसीटीलीन ज्वाला प्राप्त की जाती है जिसका प्रयोग वेल्डन या कटाई के लिए होता है।

मुख्यत: यह दो प्रकार का होता है—

(A) उच्च दाब टार्च (High Pressure Torch)—एसीटीलीन गैस को उच्च दाब पर सिलिण्डर में से प्रयोग करने के लिए इस टार्च का प्रयोग किया जाता है। इसमें इन्जेक्टर नॉजल (injector nozzle) की आवश्यकता नहीं पड़ती है क्योंकि इसमें दोनों गैसें लगभग समान दाब पर प्रवेश करती हैं।

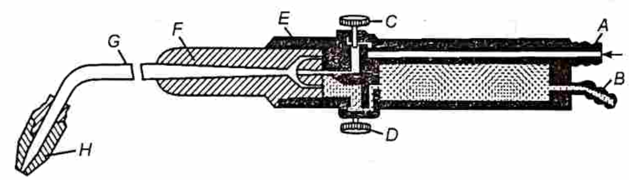
सावधानी—किसी भी स्थिति में निम्न दाब एसीटीलीन के लिए उच्च दाब टार्च का प्रयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि ऐसा करने से पश्च-ज्वलन (Back Firing) की संभावना होती है जिससे बहुत ही भयानक दुर्घटना हो सकता है।

(B) निम्न दाब टार्च (Low Pressure Torch)—इस टार्च का प्रयोग निम्न दाब एसीटीलीन जनित्र (generator) का प्रयोग करने की स्थिति में किया जाता है।



चित्र 27 : उच्च दाब टॉर्च

सावधानी—नॉजल को ठीक प्रकार से लगाना चाहिए ताकि ऑक्सीजन नॉजल से निकलने से पहले ही निम्न दाब एसीटीलीन से न मिल जाये क्योंकि ऐसी स्थिति में भी पश्च-ज्वलन (Back firing) हो सकती है जो कि अत्यन्त ही भयानक स्थिति होती है।

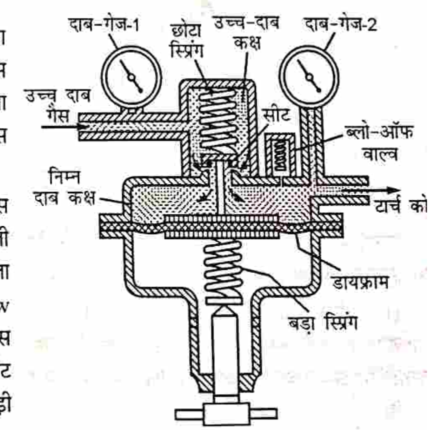


चित्र 28 : निम्न दाब टॉर्च

4. दाब नियामक (Pressure Regulator)

दाब-नियामक एक प्रकार का वाल्व है जो दाब को कम करता है या नियंत्रित करता है। इसका काम सिलिण्डर में भरे गैस (ऑक्सीजन तथा एसीटीलीन) के दाब को कम करके टार्च या ब्लो-पाइप में उपयुक्त मिश्रण के लिये भेजना होता है। यह गैस सिलिण्डर के वाल्व पर लगाया जाता है।

सर्वप्रथम गैस सिलिण्डर के वाल्व से होती हुई उच्च दाब गैस (High Pressure Gas) नियामक के उच्च दाब कक्ष में प्रवेश करती है। प्रवेशित गैस का दाब, दाब-गेज-1 की सहायता से पढ़ा जा सकता है। वहाँ से गैस एक नॉजल से होती हुई निम्न दाब कक्ष (Low Pressure Chamber) में जाती है। नॉजल से गुजरने के कारण गैस का दाब कुछ कम हो जाता है। नॉजल एक छोटे स्प्रिंग के द्वारा सीट से बन्द होती है और पिन की सहायता से बड़े स्प्रिंग के साथ जुड़ी



चित्र 29 : सरल दाब नियामक

होती है और उसी से खुलती भी है। सीट के विस्थापन को एक स्क्रू की सहायता से समंजित किया जाता है एवं बड़े स्प्रिंग के दाब को भी समंजित कर सकते हैं।

जब नियामक से गैस का प्रवाह कम हो जाता है तो इसके फलस्वरूप निम्न दाब कक्ष में दाब बढ़ जाता है जिस कारण डायाफ्राम नीचे चला जाता है और उसी के साथ सीट को भी थोड़ा नीचे लाकर निम्न दाब कक्ष में गैस का प्रवाह कम कर देता है जिससे कक्ष में गैस का दाब कम हो जाता है।

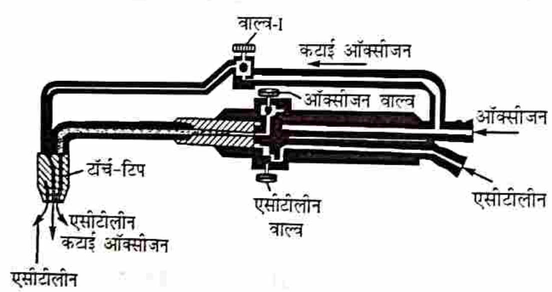
इसके विपरीत जब गैस का प्रवाह बढ़ता है तो निम्न दाब कक्ष में दाब कम हो जाता है जिससे बड़ा स्प्रिंग सीट को और ऊपर उठा देता है जिसके फलस्वरूप नॉजल में से गैस का प्रवाह बढ़ता है जिस कारण निम्न दाब कक्ष में गैस का दाब बढ़ जाता है। निम्न दाब कक्ष में गैस के दाब को मापने के लिये भी एक दाब गेज-2 लगा होता है। अधिक दाब की दशा में, इस कक्ष में लगे डायाफ्राम की रक्षा के लिए एक ब्लो-आफ वाल्व भी लगा रहता है।

5. काटने के लिये निम्न तथा उच्च दाब टार्च (Low and High Pressure Torch for Cutting)

लौह धातुओं को ऑक्सी-एसीटीलीन द्वारा धातु का शीघ्र ऑक्सीकरण करके काटा जा सकता है। यह एक रासायनिक प्रक्रिया है। इसके लिये काटने वाली टार्च में ऑक्सी-एसीटीलीन का ज्वाला बनाने का प्रबन्ध होता है। इस टार्च द्वारा पहले इस्पात को लाल गर्म किया जाता है। टार्च में शुद्ध ऑक्सीजन जेट बनाने का भी प्रबन्ध होता है। इस्पात को लाल गर्म करने के पश्चात् ऑक्सीजन जेट द्वारा एक पतला धातु खाँचा जलाकर उसे काटा जाता है। इस विधि से केवल लौह धातुएँ ही काटी जा सकती हैं।

काटने वाली टार्चे भी दो प्रकार की होती हैं—

(A) निम्न दाब कटाई टार्च (Low Pressure Cutting Torch)—इसमें धातु को गर्म करने के लिये बनने वाली ज्वाला, निम्न दाब वेल्डन टार्च के सिद्धान्त पर ही बनती है। इसमें ऑक्सीजन और एसीटीलीन एक इन्जेक्टर नॉजल द्वारा मिलकर ज्वाला बनाते हैं। इस्पात की कटाई के लिए अतिरिक्त ऑक्सीजन जेट की मात्रा को वाल्व-1 द्वारा समंजित किया जा सकता है। (कटाई ऑक्सीजन को चित्र में दिखाया गया है)



चित्र 30 : कटाई टॉर्च

कटाई के लिये ऑक्सीजन जेट, टार्च-टिप के केन्द्र पर बनी नॉजल से निकलती है जबकि गर्म करने वाली ज्वाला के लिये ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन का मिश्रण टार्च के टिप के केन्द्र के चारों ओर बने छिद्रों में से निकलता है।

(B) उच्च दाब कटाई टार्च (High Pressure Cutting Torch)—यह टार्च भी उच्च दाब वेल्डन टार्च के सिद्धान्त पर ही कार्य करती है परन्तु इसमें कटाई के लिये ऑक्सीजन जेट का प्रबन्ध लगा होता है जो टार्च के टिप के केन्द्र पर निकलती है। इस्पात को गर्म करने के लिये ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन का मिश्रण टिप के केन्द्र के चारों ओर बने छिद्रों में से निकलता है।

अलग-अलग मोटाई की इस्पात को काटने के लिये अलग-अलग साइज की टिप को लगाया जाता है।

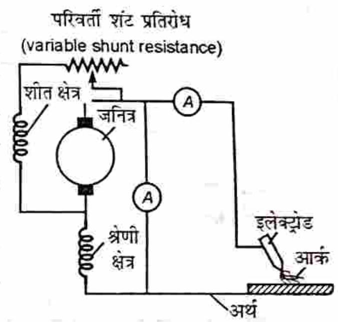
काटने की विधि (Working Method for Cutting)

लौह धातु या इस्पात की कटाई करने के लिये सबसे पहले टार्च पर गर्म करने वाली ज्वाला को बनाया जाता है ताकि कटाई के स्थान को पहले लाल गर्म किया जा सके। लाल गर्म करने के पश्चात् कटाई ऑक्सीजन वाल्व को भी खोलकर ऑक्सीजन जेट बनाने के बाद गर्म धातु को जलाकर काटा जाता है।

जब धातु कटना प्रारम्भ हो जाता है तब टार्च को धीरे-धीरे कटाई रेखा (cutting line) पर चलाते हुये आगे बढ़ाते जाते हैं।

6. मोटर जनित्र वेल्डन सेट (Motor Generator Welding Set)

इसमें जनित्र को प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) मोटर की सहायता से चलाया जाता है जिससे वेल्डन में आवश्यक एम्पीयर तथा वोल्ट की दिष्ट धारा (D.C.) उत्पन्न की जाती है। मोटर एवं जनित्र को एक ही शाफ्ट पर लगाया जाता है। इनका साइज एवं आकार भी सुवाह्य (portable) होता है। वेल्डन कार्य के आधार पर इसके दिष्ट धारा के वोल्ट और एम्पीयर के भिन्न-भिन्न मान प्राप्त करने की भी व्यवस्था होती है। इसके वेल्डन धारा को परिवर्ती शंट प्रतिरोध (variable shunt resistance) की सहायता से बदला भी जा सकता है।



चित्र 31 : मोटर जनित्र वायरिंग आरेख

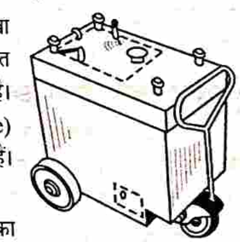
ज्यादातर इसका प्रयोग दिष्ट धारा वेल्डन (D.C. Welding) में किया जाता है। आजकल बाजार में एक समय में एक से अधिक वेल्डरों द्वारा प्रयोग करने वाले सेट भी उपलब्ध हैं।

धारा सप्लाई उपलब्ध न होने की स्थिति में इसके जनित्र को पेट्रोल या डीजल इंजन द्वारा भी चलाया जा सकता है।

7. ट्रांसफार्मर वेल्डन सेट (Transformer Welding Set)

प्रत्यावर्ती धारा (A.C.) सप्लाई की दशा में ज्यादातर इसका प्रयोग होता है। ये ट्रांसफार्मर 220-240 वोल्ट सप्लाई को 80 से 110 वोल्ट में परिवर्तित कर देते हैं। इसमें धारा का नियंत्रण स्विचों या प्लगों द्वारा या फिर इसमें लगे लगातार घूमने वाले हैंडल द्वारा होता है। आवश्यकतानुसार इनसे अलग-अलग मान की धारायें प्राप्त की जा सकती हैं।

आर्क को बनाये रखने के लिए इसके पावर फैक्टर (Power Factor) का मान कम रखा जाता है जिससे वोल्ट (Volt) और एम्पीयर तरंग (Wave) में फेज कोण (Phase angle) प्राप्त होता है। यह फेज कोण प्रेरण-अवरोध (inductive reactance) द्वारा प्राप्त होता है। प्रेरण-अवरोध को बदलने से द्वितीयक धारा (Secondary current) के तीन परास (range) मिल जाते हैं तथा प्रत्येक परास के घुमाव स्विच द्वारा धारा के अनेक मान प्राप्त कर सकते हैं। प्राथमिक धारा (Primary Current) में भिन्न वोल्ट सप्लाई का भी प्रबन्ध होता है।



चित्र 32 : ट्रांसफॉर्मर वेल्डन सेट

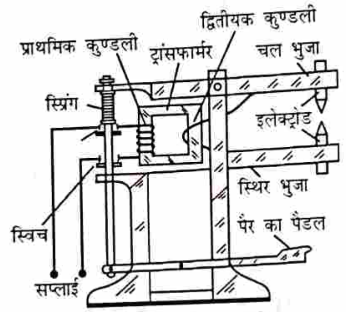
घुमाव स्विच के स्थान पर अवरोध में लौह क्रोड (iron core) को सरका कर भी धारा का अलग-अलग मान प्राप्त कर सकते हैं।

ये ट्रांसफार्मर सिंगल फेज (single phase) तथा थ्री फेज (three phase) दोनों प्रकार के हो सकते हैं। इन सेटों पर एक या एक से अधिक वेल्डर एक ही समय में कार्य कर सकते हैं।

8. बिन्दु वेल्डन मशीन (Spot Welding Machine)

इस मशीन का मुख्य भाग एक ट्रांसफार्मर होता है जिसकी द्वितीयक कुण्डली (Secondary winding) से इलेक्ट्रोड जुड़े होते हैं। वेल्डन किये जाने वाले कार्यखण्ड को इलेक्ट्रोडों के बीच रखकर मशीन में लगे पैडल को पैर से दबाया जाता है, जिससे इस मशीन के पीछे लगे एक स्प्रिंग के दाब के विरुद्ध ऊपरी इलेक्ट्रोड कार्यखण्ड के सम्पर्क में आ जाता है। यह दाब मृदु इस्पात (mild steel) वेल्डन की दशा में 325 kg/cm^2 इलेक्ट्रोड क्षेत्रफल से कम नहीं होना चाहिए।

इस प्रकार जब पैडल को दबाया जाता है तब प्राथमिक कुण्डली का विद्युत परिपथ पूर्ण हो जाता है और वेल्डन धारा प्रवाहित होने लगती है जिसके फलस्वरूप वेल्डन स्थान प्रतिरोध के कारण वहाँ धातु वेल्डन तापमान तक गर्म हो जाता है। फिर उसके बाद पैडल को और अधिक दबाने से विद्युत शक्ति का संबंध विच्छेद हो जाता है और पैडल द्वारा वेल्डन स्थान पर और अधिक दबाव लगता है जिसके फलस्वरूप वहाँ पर वेल्डन हो जाता है। उसके बाद पैडल को छोड़ देते हैं और कार्य खण्ड को निकाल लिया जाता है।



चित्र 33 : बिन्दु वेल्डन मशीन

आधुनिक बिन्दु वेल्डन मशीनों में कार्य खण्ड पर दाब डालने के लिये एक वायु सिलिण्डर या द्रव चालित युक्ति का प्रयोग किया जाता है तथा वेल्डन के लिये उपयुक्त धारा का मान भी नियंत्रित किया जाता है।

कुछ देर वेल्डन करने के बाद इलेक्ट्रोड गर्म हो जाते हैं अत: इनको, ठण्डा रखने के लिये उनमें जल का प्रवाह किया जाता है। कार्यखण्ड की मोटाई के आधार पर इलेक्ट्रोडों के बीच दूरी का समंजन भी किया जाता है। ये मशीनें एकल फेज एवं तीन फेज दोनों ही प्रकार की होती हैं। इस मशीन में प्रक्षेप वेल्डन (Projection Welding) की दशा में प्लेटन इलेक्ट्रोड (Platten electrode) लगाये जाते हैं।

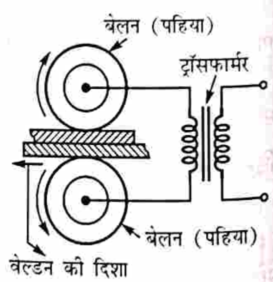
इस मशीन पर 30 kg से 350 kg तक का दाब और 8000 से लेकर 31000 एम्पीयर तक की धारा का प्रयोग होता है। इस मशीन से 0.5 mm से लेकर 10 mm तक मोटी धातु को वेल्ड किया जा सकता है। बिन्दु वेल्डन में आवश्यक वोल्टता का मान 1 से 10 वोल्ट तक प्रयोग किया जाता है।

9. संस्तर वेल्डन मशीन (Seam Welding Machine)

ये मशीन भी बिन्दु वेल्डन मशीन के ही सिद्धान्त पर कार्य करती है। इसमें बिन्दु वेल्डन मशीन के इलेक्ट्रोड से अलग इलेक्ट्रोड पहिये लगे होते हैं। गर्म हो जाने के कारण इन इलेक्ट्रोड पहिये की बियरिंग तथा ब्रेकेट को पानी द्वारा ठण्डा किया जाता है। वेल्ड स्थान के गर्म हो जाने पर बाहर से पानी द्वारा ठण्डा किया जाता है।

संस्तर वेल्डन में लगातार धारा प्रवाहित करने की अपेक्षा रुक-रुक कर धारा प्रवाहित करना लाभदायक होता है। इन मशीनों के इलेक्ट्रोड पहियों को आवश्यकतानुसार भिन्न-भिन्न आकार व साइज में लगाया जा सकता है। संस्तर वेल्डन मशीनों से अनुदैर्ध्य (Longitudinal) एवं परिधीय (circumferential) संस्तर वेल्ड (seam weld) किये जा सकते हैं।

इन मशीनों से 25 सेमी से लेकर 400 सेमी प्रति मिनट की गति से वेल्ड किये जा सकते हैं। इस मशीन पर 1000 किग्रा/सेमी^{2} तक का दाब लगाया जाता है। निम्न कार्बन इस्पात के वेल्डन के लिए इसमें 15000 से 20000 एम्पीयर तक की धारा प्रवाहित की जाती है।



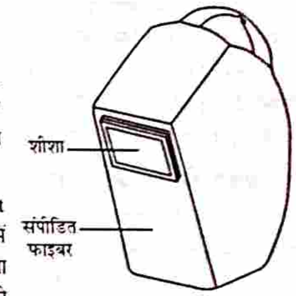
चित्र 34 (a) : संस्तर (seam) वेल्डन

10. वेल्डन परिरक्षक (Welding Shields)

वेल्डन परिरक्षक में कई तरह के छोटे-छोटे उपकरण आते हैं जिनसे वेल्डर, वेल्डन-क्रिया के दौरान अपने आँखों व त्वचा आदि की रक्षा करता है।

विद्युत आर्क में दो तरह की अदृश्य किरणें (invisible rays) होती हैं जिन्हें इन्फ्रा-रेड (Infra-red) और अल्ट्रावायलेट (Ultra violet) किरणें कहते हैं। ये किरणें वेल्डर की आँखों और त्वचा को नुकसान पहुँचाते हैं। ये किरणें आँखों पर 12 मीटर दूर से भी तथा त्वचा पर 6 मीटर दूर से भी प्रभाव डालती हैं। वेल्डन के दौरान आर्क एवं धातु की छिटकी बूंदों से भी वेल्डन परिरक्षक वेल्डर की रक्षा करते हैं। ये कई तरह के होते हैं, जैसे—

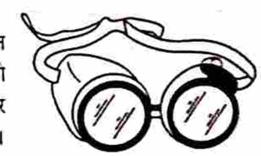
(A) मुख परिरक्षक (Face Shield)—यह परिरक्षक ऊष्मा रोधी (heat resistant) संपीडित फाइबर (compressed fibre) का बना होता है। इसके बीच में गहरे रंग का काला शीशा लगा होता है। वेल्डन के समय इसी शीशे से आर्क तथा वेल्डन स्थान को देखा जाता है। हाथ द्वारा पकड़कर प्रयोग करने वाले परिरक्षक को दस्ती परिरक्षक (Hand shield) कहते हैं। सिर में लगाकर प्रयोग करने वाले भी परिरक्षक होते हैं।



चित्र 35 : मुख परिरक्षक

मुख परिरक्षक को वेल्डन परिरक्षक (Welding shield) भी कहते हैं। वेल्डर की बोलचाल भाषा में इसे हेल्मेट (Helmet) भी कहते हैं।

(B) चश्मे (Goggles)—आमतौर पर जब कम वेल्डन करना होता है या गैस वेल्डन की दशा में इसका प्रयोग करते हैं। ये साधारण चश्मे की ही तरह होते हैं। इनके फ्रेम को ऊष्मारोधी पदार्थ का बनाया जाता है और इनके शीशे गहरे रंग के होते हैं। इनके शीशों पर अत्यधिक धुआँ या छींटों के एकत्रित हो जाने पर इनके शीशों को बदला जा सकता है।



चित्र 36 : चश्मा

इनका प्रयोग भी आँखों की वेल्डन किरणों से एवं पिघली धातु के टुकड़ों तथा आर्क से रक्षा करने के लिये होता है।

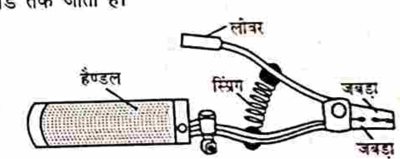
(C) फ्लैश चश्मा (Flash Goggles)—वेल्डन के अन्तर्गत इस चश्मे का प्रयोग मुख परिरक्षक के नीचे लगाकर किया जाता है। निरीक्षण या चिपिंग (chipping) आदि करते समय भी इसका प्रयोग किया जाता है।

(D) अन्य परिरक्षक (Other Shields)—वेल्डन क्रिया के दौरान शरीर के अन्य भागों की भी सुरक्षा की आवश्यकता होती है। इसके लिये वेल्डन दस्ताने (Gloves), एप्रन (Apron), ओवर आल (Over-all) तथा बूट (Long leather shoes) आदि पहने जाते हैं। ये सभी चमड़े या अग्निरोधी पदार्थों के बनाये जाते हैं।

11. इलेक्ट्रोड होल्डर (Electrode Holder)

इलेक्ट्रोड होल्डर एक प्रकार की युक्ति (device) है जिसमें इलेक्ट्रोड को लगाया या फिट किया जाता है। धातु आर्क वेल्डन में इसका प्रयोग किया जाता है। इसको पकड़ने के लिये इसके पीछे की तरफ एक विसंवाहक (insulated) हैंडल लगा होता है। इलेक्ट्रोड होल्डर से ही वेल्डन धारा प्रवाहित होकर इलेक्ट्रोड तक जाती है।

वेल्डन के समय इसकी हैण्डल गर्म नहीं होती है। इलेक्ट्रोड को दृढ़ता से व किसी भी वांछित कोण पर पकड़ने के लिए इसके जबड़ों को मजबूत व कड़ा (Hard) बनाया जाता है। इसके जबड़ों की धातु की विद्युत संवाहकता (Conductivity) उच्च होती है और यह काफी उच्च तापमान भी सहन कर सकते हैं। वेल्डन के समय



चित्र 37 : इलेक्ट्रोड होल्डर

इलेक्ट्रोड के समाप्त हो जाने पर आसानी से दूसरा इलेक्ट्रोड लगा दिया जाता है। इसमें अलग-अलग साइजों के इलेक्ट्रोड लग सकते हैं।

इलेक्ट्रोड होल्डर को हल्का व संतुलित (balanced) होना चाहिए एवं इसकी केबल (cable) भी लचीली होनी चाहिए। इसमें एक स्प्रिंग लगी होती है जो तनाव के विरुद्ध जबड़ों को दबाकर इलेक्ट्रोड को पकड़े रहती है। जब स्प्रिंग को लीवर द्वारा दबाया जाता है तब जबड़े खुल जाते हैं और इलेक्ट्रोड बाहर निकल जाता है।

धातु आर्क इलेक्ट्रोड होल्डर का प्रयोग कार्बन आर्क इलेक्ट्रोड के स्थान पर नहीं हो सकता है क्योंकि कार्बन आर्क इलेक्ट्रोड धातु की अपेक्षा अधिक गर्म हो जाते हैं। कार्बन इलेक्ट्रोड होल्डर लम्बा होता है और इसमें परिरक्षक भी लगा रहता है। वेल्डन के समय अधिक गर्म हो जाने पर इसको पानी द्वारा ठण्डा किया जाता है।

12. वेल्डन लीड या केबिल (Welding Lead or Cable)

वेल्डन करने के लिए, वेल्डन मशीन तथा कार्यखण्ड के बीच विद्युत धारा पहुँचाने के लिए उपयुक्त विद्युत धारा क्षमता वाली दो केबिलों की जरूरत पड़ती है। एक केबिल मशीन से इलेक्ट्रोड को और दूसरी केबिल मशीन से कार्यखण्ड को जोड़ती है। केबिल को लचीला होना चाहिए। केबिल का लचीलापन उसकी बनावट के कारण होता है। सैकड़ों महीन तारों को मिलाकर इस केबिल को बनाया जाता है जिसके ऊपर कागज को लपेट दिया जाता है। उसके बाद उसके ऊपर उपयुक्त पदार्थ के धागे की लपेटों की परत चढ़ा दी जाती है जो उसे दृढ़ता प्रदान करती है, तत्पश्चात उसके ऊपर रबर की परत को चढ़ा देते हैं। यह रबर की परत केबिल को जलरोधी (water proof), प्रत्यास्थ (elastic) एवं टिकाऊ (durable) बनाती है।

चित्र 38 : वेल्डन केबल

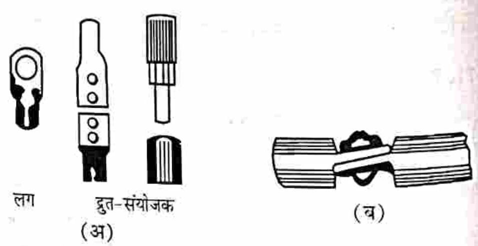
वेल्डन में लम्बी केबिल का प्रयोग करना चाहिए क्योंकि लम्बी केबिल का प्रतिरोध छोटी केबिल की अपेक्षा कम होता है। लेकिन लम्बी केबिल में वोल्टतापात (Voltage drop) अधिक होता है जो वेल्डन प्रक्रिया में बुरा प्रभाव डालती है। इसलिए केबिल को उपयुक्त साइज का प्रयोग करना चाहिए जहाँ तक संभव हो कार्य को मशीन के पास ही रखना चाहिए।

13. वेल्डन लग (Welding Lugs)

इलेक्ट्रोड होल्डर तथा कार्य केबिल को मशीन से जोड़ने के लिए वेल्डन लग का प्रयोग किया जाता है। केबिल पर लग (Lug) को सोल्डरित (Soldered) किया जाता है।

केबिल को कार्य से जोड़ने के लिए कभी-कभी केबिल में पहले ताँबे की एक हुक को दृढ़तापूर्वक जोड़ दिया जाता है तत्पश्चात् इसे कार्य पर लटका दिया जाता है। कार्यखण्ड को जाने वाली केबिल के साथ कभी-कभी एक भार या प्लेट को जोड़ दिया जाता है जिसे वेल्डन से पहले कार्य पर रख दिया जाता है।

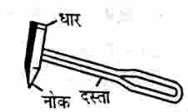
चित्र 20 (अ) में कई प्रकार के लग को दिखाया गया है। चित्र 20 (ब) में केबिल के दो टुकड़ों को नट-बोल्ट की सहायता से जोड़ना दिखाया गया है। ध्यान रखने वाली बात यह है कि केबिलों के सभी जोड़ दृढ़ होने चाहिए। अन्यथा जोड़ पर गर्म होकर धातु पिघल सकती है जिससे वेल्डन में बाधा आ सकती है और दुर्घटना भी हो सकती है।



चित्र 39 : वेल्डन लग तथा संयोजक

14. चिपिंग हथौड़ा (Chipping hammer)

इस औजार की बनावट एक सरल हथौड़े की तरह होती है जिसमें दस्ता (Handle) लोहे की मोटी तार का बना होता है जो उसके सिर (Head) से वेल्ड की हुई होती है। इसके सिर के एक ओर धार और दूसरी ओर नोंक बनी होती है।



चित्र 40 : चिपिंग हथौड़ा

वेल्डन के पश्चात् वेल्ड पर धातु मैल (slag) की पपड़ी को तोड़ने के लिए चिपिंग हथौड़े का प्रयोग होता है। वेल्ड स्थान पर चिपिंग करने के बाद एक तार ब्रुश द्वारा रगड़ कर उसको साफ कर दिया जाता है।

वेल्डन क्रिया में एक परत पर दूसरी परत चढ़ाने के लिए भी पहली परत को साफ करना अति आवश्यक होता है ताकि जोड़ मजबूत बन सके।

5.17 वेल्डन पदार्थ (Welding Materials)

1. लौह धातुयें (Ferrous Metals)—

(i) ढलवाँ लोहा (Cast iron) (ii) पिटवाँ लोहा (Wrought iron)
(iii) मृदु इस्पात (Mild steel) (iv) उच्च कार्बन इस्पात (High carbon steel)
(v) निम्न कार्बन इस्पात (Low carbon steel) (vi) बेदाग इस्पात (Stainless steel)

2. अलौह धातुयें (Non-ferrous Metals)—

(i) ताँबा (Copper) (ii) निकिल (Nickel)
(iii) टिन (Tin) (iv) चाँदी (Silver)
(v) सोना (Gold) (vi) एल्युमीनियम (Aluminium)
(vii) सीसा (Lead) (viii) मैग्नीशियम (Magnesium)
(ix) मिश्र-धातु (Alloy)

3. अन्य पदार्थ (Other Materials)

(i) प्लास्टिक (Plastic) (ii) P.V.C.

सामान्य तौर पर एक ही पदार्थ के धातु टुकड़ों को आपस में वेल्ड किया जाता है। परन्तु कभी-कभी भिन्न प्रकार के धातु टुकड़ों को भी वेल्ड किया जाता है, जैसे—इस्पात और ताँबा इत्यादि।

5.18 पूरक और गालक पदार्थ (Filler and Flux Materials)

A. पूरक पदार्थ (Filler Material)—वे पदार्थ जो वेल्डन में पिघला कर जोड़ पर अतिरिक्त धातु के रूप में डाले जाते हैं, पूरक पदार्थ (filler materials) कहलाते हैं।

पूरक पदार्थों से जोड़ की मजबूती एवं गुणों में सुधार होता है। इन पदार्थों को छड़ों के रूप में प्रयोग किया जाता है जिन्हें वेल्डन छड़ (welding rod) के नाम से जाना जाता है। वेल्डन छड़ों के नाम का उपयोग ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन और विद्युत आर्क वेल्डन में धातु इलेक्ट्रोड वेल्डन के अतिरिक्त किया जाता है। परन्तु धातु इलेक्ट्रोड वेल्डन में पूरक छड़ ही इलेक्ट्रोड का काम करती है। ऐसी स्थिति में इसे इलेक्ट्रोड छड़ (electrode rod) कहा जाता है। इलेक्ट्रोड छड़ उसी धातु से बनाये जाते हैं जिस प्रकार की धातु वेल्ड की जाती है।

पूरक छड़ के प्रकार (Types of Filler Rod)

(i) **लेपित** (Coated)—जिन पर गालक (Flux) का लेप चढ़ा होता है।

(ii) **नंगी** (Bare)—जिन पर गालक (Flux) का लेप नहीं चढ़ा होता है।

बेदा धातु आर्क वेल्डन द्वारा ढलवाँ लोहा (cast iron) वेल्ड करने में निकिल मिश्र धातु इलेक्ट्रोड का प्रयोग होता है। इस्पात (stainless steel) तथा मिश्रधातु इस्पात (Alloy steel) को वेल्ड करने में क्रोमियम तथा वैनेडियम वाली छड़ों का प्रयोग होता है।

ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन द्वारा ताँबा को वेल्ड करने के लिए उसी संयोजन की पूरक छड़ का प्रयोग होता है, परन्तु इस संयोजन में थोड़ा फास्फोरस भी मिला होता है।

यदि शुद्ध एल्यूमीनियम को जोड़ना होता है तो इसके लिये एल्यूमीनियम का ही पूरक छड़ इस्तेमाल होता है, परन्तु एल्यूमीनियम की मिश्र धातुओं को वेल्ड करने के लिए सिलिकॉन-एल्यूमीनियम की पूरक छड़ें प्रयोग की जाती हैं।

विभिन्न व्यास के इलेक्ट्रोडों के लिये उपयुक्त धारा का मान वेल्डन की परिस्थितियों, लेप और कार्य-धातु पर निर्भर करती है। इलेक्ट्रोडों के व्यास के अनुसार उपयुक्त धारा का मान सामान्य अवस्था में सारणी में दिया गया है।

क्रमांक	इलेक्ट्रोड का व्यास (मिमी में)	औसत धारा (एम्पियर में)
1.	2	45
2.	2.5	70
3.	3	95
4.	4	140
5.	5	180
6.	6	235
7.	7	265
8.	8	310

B. गालक पदार्थ (Flux Material)—गालक गलनशील पदार्थ या गैस होता है। इसकी विशेषता होती है कि यह पदार्थ पिघली या गर्म धातु की वातावरण से होने वाली क्रिया को रोकता है, और धातु की वातावरण से क्रिया के अन्तर्गत बने ऑक्साइडों और नाइट्राइडों आदि को अपने में ही घोलकर धातुमैल (slag) के रूप में वेल्ड स्थान पर ऊपर की तरफ इकट्ठा कर देता है जिसे बाद में चिपिंग द्वारा हटा दिया जाता है। इसका प्रयोग इलेक्ट्रोड पर लेप (coated) लगाकर या स्वतन्त्र रूप में होता है।

फोर्ज वेल्डन में गालक के रूप में बारीक साफ रेत, नौसादर और सुहागा का प्रयोग करते हैं।

आर्क वेल्डन में गालक के रूप में आर्गन, हीलियम तथा कार्बन-डाई-ऑक्साइड आदि गैसों का प्रयोग करते हैं।

निम्न वेल्डन में गालक के रूप में धातु सिलिकेट का प्रयोग करते हैं।

धातु आर्क वेल्डन में गालक के रूप में इलेक्ट्रोड पर चूना, नमक, पोटैशियम क्लोराइड, सुहागा, स्टार्च, चारकोल, क्रायोलाइट, सोडियम सिलिकेट और एस्बेस्टस इत्यादि का लेप चढ़ा दिया जाता है।

ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन में गालक के रूप में ताँबा और उसकी मिश्र धातुओं को वेल्ड करने में सोडियम नाइट्रेट, सोडियम कार्बोनेट और सुहागा का प्रयोग करते हैं। एल्यूमीनियम को वेल्ड करने में पोटैशियम, बेरियम, सोडियम क्लोराइड तथा फ्लोरस्पार (flourspar) आदि का प्रयोग करते हैं।

गालक के प्रयोग से इलेक्ट्रोड पर आर्क भी स्थिर बनता है और यह विभिन्न वेल्डन स्थितियों में सहायक भी होती है।

वेल्डन के लिए मुख्य पदार्थों के गलन तापमान (melting temperatures) निम्न सारणी में दिखाये गये हैं—

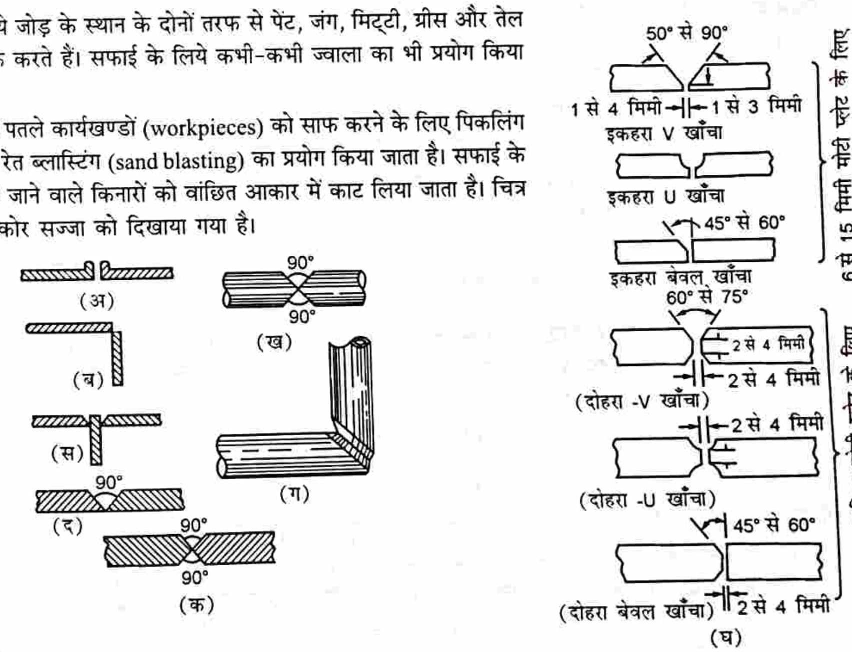
क्रमांक	पदार्थ	गलन तापमान (लगभग) °C
1.	शुद्ध लोहा	1528°C
2.	इस्पात	1450°C से 1520°C
3.	ढलवाँ लोहा	1200°C से 1250°C
4.	ताँबा	1080°C
5.	पीतल	900°C
6.	एल्यूमीनियम	660°C
7.	सीसा	327°C
8.	टिन	235°C

17. कोर सज्जा (Edge Preparation)

वेल्डन क्रिया प्रारम्भ करने से पूर्व जोड़ के किनारों को ठीक प्रकार से तैयार करने को कोर सज्जा कहते हैं। सही कोर सज्जा से एक सफल जोड़ प्राप्त होता है। इस क्रिया में जोड़ के स्थान को साफ करके वांछित आकार का बनाया जाता है। तत्पश्चात् जोड़ को इस प्रकार से सेट किया जाता है कि वेल्डन के बाद उसमें निम्नतम प्रतिबल हो, जिससे अपरूपण भी न्यूनतम हो।

इसके लिये जोड़ के स्थान के दोनों तरफ से पेंट, जंग, मिट्टी, ग्रीस और तेल इत्यादि को साफ करते हैं। सफाई के लिये कभी-कभी ज्वाला का भी प्रयोग किया जाता है।

छोटे और पतले कार्यखण्डों (workpieces) को साफ करने के लिए पिकलिंग (pickling) या रेत ब्लास्टिंग (sand blasting) का प्रयोग किया जाता है। सफाई के बाद वेल्ड किये जाने वाले किनारों को वांछित आकार में काट लिया जाता है। चित्र में कुछ प्रमुख कोर सज्जा को दिखाया गया है।



चित्र 41 : कोर सज्जा

चित्र अ—3 मिमी तक मोटी धातु के किनार को 90° कोण पर ऊपर की तरफ उठा दिया जाता है ताकि वेल्डन में धातु पिघलकर खुद ही पूरक का कार्य करती है।

चित्र ब—90° पर दो कोरों को जोड़ने के लिये तैयार किया जाता है।

चित्र स—टी-जोड़ के लिये किनारों की तैयारी की गई है।

चित्र द—6 मिमी मोटी प्लेट के किनारों की तैयारी की गई है।

चित्र क—दोनों ओर वेल्ड करने के लिये किनारों की तैयारी की गई है।

चित्र ख—ठोस छड़ के लिये दोनों सिरों को टेपर (taper) पर काटा जाता है।

चित्र ग—पाइप को 90° पर जोड़ने के लिये किनारे तैयार किये गये हैं।

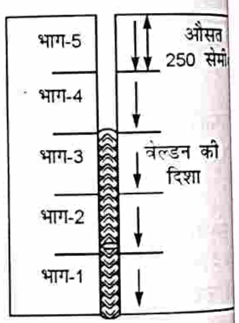
चित्र घ—बट जोड़ के लिये तैयार किये सिरे को दिखाया गया है, तथा कोर-सज्जा के रूप में खाँचों का प्रारूप दिखाया गया है।

1.18 जोड़ को न्यूनतम अपरूपण (Least distortion) के लिये सेट करना

वेल्डन क्रिया के दौरान धातु गर्म होकर फैलती है और बाद में ठण्डी हो जाने पर सिकुड़ने लगती है। यदि धातु को फैलने या सिकुड़ने से रोक दिया जाय तो उसमें प्रतिबल (stresses) शेष रह जाते हैं जिससे धातु विरूपित हो जाती है। इसके अलावा जोड़ पर पिघली धातु को जोड़ने से संकुचन अधिक होता है जिससे भी धातु अधिक संकुचित होकर कार्यखण्ड को विरूपित कर देती है।

इस विरूपण को दूर करने के लिए जोड़ को इस तरह से सेट किया जाता है कि उसमें न्यूनतम अपरूपण हो, जिसके लिये निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना आवश्यक होता है—

1. कभी-कभी वेल्डन क्रिया से पहले धातु को गर्म कर लिया जाता है, उसके बाद वेल्डन करने से तापमान में कम अन्तर होने के कारण कम अपरूपण होता है।
2. वेल्ड पर जोड़े जाने वाली अतिरिक्त धातु की अनुप्रस्थ काट कम से कम होनी चाहिए ताकि उष्मा केवल आस-पास के क्षेत्रों तक ही सीमित रहे।
3. चित्र के अनुसार सिकोड़ने वाले प्रतिबलों को एक समान बाँटने के लिए कई भागों में वेल्डन किया जाता है।
4. लम्बे वेल्ड स्थान को लगातार वेल्ड करने से पहले जोड़ को थोड़ी-थोड़ी दूर पर टेक लिया जाता है या टाँका लगा दिया जाता है।

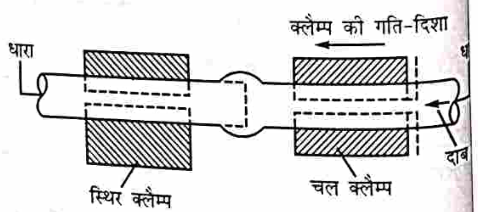


चित्र 42

5. बेलनाकार वस्तु पर लंबाई में जोड़ बनाने के लिए सबसे पहले एक सिरे पर फन्नी (wedge) डालकर कुछ दूरी तक किनारों को हटा दिया जाता है। तत्पश्चात् उसके दूसरे सिरे पर वेल्डन किया जाता है। इस प्रकार खुला सिरा धातु के सिकुड़ने की गुंजाइश रखता है।
6. वेल्डन क्रिया के दौरान उपजे प्रतिबलों को दूर करने के लिए उनका ऊष्मा उपचार (Heat treatment) किया जाता है।

सेट करने के उदाहरण

A. सर्वोत्तम (Best) कुन्द जोड़ (Butt weld) की सेटिंग को चित्र में दिखाया गया है।

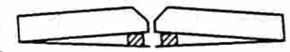


चित्र 43 : कुन्द (butt) वेल्डन

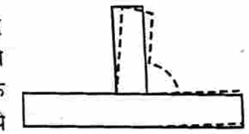
B. चित्र 44 में पूर्ण रेखा द्वारा एक कुन्द जोड़ दिखाया गया है जो वेल्डन के बाद विरूपित हो जाता है जिसे टूटी रेखा (dotted line) द्वारा दिखाया गया है।

चित्र 44

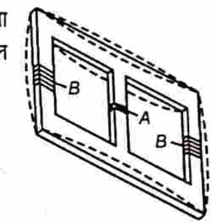
इस अपरूपण को समाप्त या कम करने के लिये वेल्डन से पहले धातु टुकड़ों को चित्र 45 के अनुसार दिखायी गई दिशा में झुकाकर सेट किया जाता है, जो वेल्डन के बाद समतल हो जाता है।


चित्र 45

C. चित्र 46 में एक T-जोड़ को बनाकर दिखाया गया है, जिसमें वेल्डन के बाद अपरूपण को टूटी रेखा (dotted line) द्वारा दिखाया गया है। इस अपरूपण को कम या समाप्त करने के लिये ऊर्ध्व भाग को दोनों ओर वेल्ड किया जाता है ताकि वेल्डन के बाद यह भाग ऊर्ध्व ही रहे। इसके क्षैतिज भाग को सीधा रखने के लिये वेल्डन से पहले इसको विपरीत दिशा में थोड़ा-सा झुका लेते हैं।


चित्र 46

D. चित्र 47 में A स्थान पर वेल्ड करने के बाद कार्य का विरूपण टूटी रेखा द्वारा दिखाया गया है। इसको कम या समाप्त करने के लिये B स्थानों को वेल्डन क्रिया के दौरान लाल गर्म रखा जाता है तो इसका विरूपण समाप्त हो जाता है।

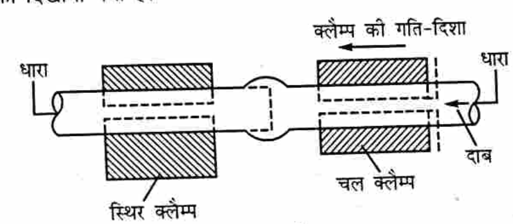


चित्र 47

19. वेल्डन जोड़ (Welding Joints)

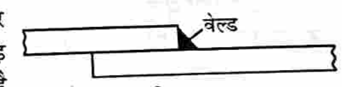
वेल्डन क्रिया के मुख्य वेल्डन जोड़ निम्न प्रकार हैं—

A. कुन्द जोड़ (Butt Joint)—वेल्डन में इस जोड़ का प्रयोग आमतौर पर बहुत होता है। इस जोड़ में पदार्थों के दो भागों के किनारे को टक्कर में लाकर जोड़ते हैं चित्र 22 (अ) और 22 (घ) में हल्की और भारी दोनों प्रकार के कुन्द जोड़ को दिखाया गया है।



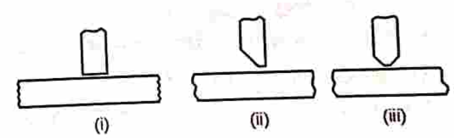
कुन्द (butt) वेल्डन

B. चढ़ाव जोड़ (Lap Joint)—चित्र 48 के अनुसार एक प्लेट पर दूसरी प्लेट को चढ़ाकर यह जोड़ प्राप्त किया जाता है। सामान्यतः यह जोड़ अवांछनीय होता है। इस जोड़ का प्रयोग कुछ विशेष स्थानों के लिये होता है जैसे—वायुयान निर्माण कार्य इत्यादि। मोटी प्लेटों पर मजबूत जोड़ बनाने के लिये दोहरी-पूरक (Double filler) चढ़ाव जोड़ का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 48

C. टी-जोड़ (T-Joint)—चित्र 49 में भागों को T-आकार में भिन्न-भिन्न तरीकों से जोड़ा गया है। 3 मिमी से कम मोटाई के लिये सरल टी जोड़ का प्रयोग किया जाता है [चित्र-(i)] मोटी प्लेटों के लिये एक तरफ या दोनों तरफ वाले फिलेट का प्रयोग किया जाता है। [चित्र-(ii), (iii)] ।

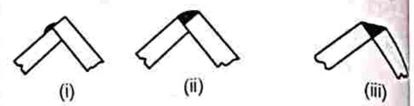


चित्र 49

D. कोर जोड़ (Edge Joint)—यह जोड़ बहुत सस्ता होता है और आमतौर पर गैस वेल्डन में प्रयोग किया जाता है। इसका प्रयोग अधिक भार की दशा में नहीं किया जाता है। 6 मिमी से कम मोटी प्लेटों के लिये इसका प्रयोग किया जाता है, जैसे—हल्के फ्लेंज आदि चित्र 49 ।

चित्र 31

E. कोना जोड़ (Corner Joint)—इस जोड़ का प्रयोग मोटी और पतली दोनों प्रकार की प्लेटों को जोड़ने में किया जाता है। चित्र 50 (i) में फ्लश कोना जोड़ (Flush corner Joint) का प्रयोग 5 मिमी से कम मोटी प्लेट के लिये होता है। चित्र (ii) में आधा खुला कोना जोड़ (Half open corner Joint) का प्रयोग 5 मिमी से अधिक मोटी प्लेटों के लिये होता है। चित्र (iii) में पूर्ण खुला कोना जोड़ (Full open corner Joint) का प्रयोग किसी भी मोटाई के प्लेटों के लिये होता है। यह दोनों ओर वेल्ड किये जाने पर काफी मजबूत हो जाता है।

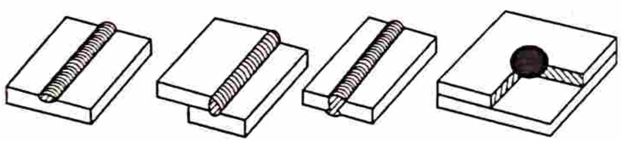


चित्र 50

1.2.12 मौलिक प्रकार के वेल्ड (Fundamental types of weld)

वेल्डन जोड़ बनाने के लिए कई प्रकार के मौलिक वेल्ड बनाये जाते हैं, जो निम्न हैं—

A. बीड वेल्ड (Bead Weld)—इस वेल्ड में धातु का इकहरा भराव होता है जिसका प्रयोग मोटाई बढ़ाने या घिसे हुये भागों को उपयुक्त मोटाई का करने में किया जाता है। इसका प्रयोग सरल बट जोड़ (Simple Butt Joint) बनाने में भी होता है। चित्र 51 (अ) में दिखाया गया वेल्ड बीड वेल्ड है।



(अ) बीड वेल्ड (ब) फिलेट वेल्ड (स) ग्रूव वेल्ड (द) प्लग वेल्ड

चित्र 51

B. फिलेट वेल्ड (Fillet Weld)—यह वेल्ड समकोण पर दो सतहों के बीच बने कोण में एक या एक से अधिक बीड के भराव से प्राप्त होता है। इसका प्रयोग चढ़ाव जोड़ व टी-जोड़ बनाने में किया जाता है। इस वेल्ड को चित्र (ब) में दिखाया गया है।

C. खाँचा वेल्ड (Groove Weld)—यह वेल्ड किन्हीं भागों के बीच बने खाँचे में एक या एक से अधिक बीड के भराव से प्राप्त होता है। इसका प्रयोग विभिन्न प्रकार के बट जोड़ तथा कोना जोड़ बनाने में किया जाता है। यह वेल्ड चित्र 30 (स) में दिखाया गया है।

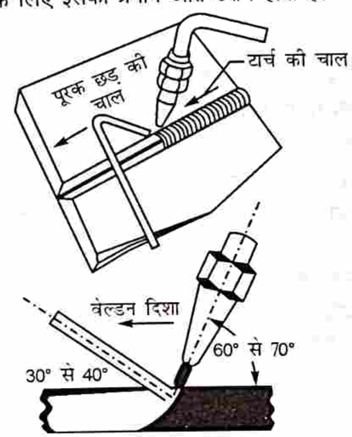
D. प्लग वेल्ड (Plug Weld)—इस वेल्ड का प्रयोग छेददार या वृत्ताकार जोड़ बनाने में होता है। प्लग वेल्ड क्रिया के अन्तर्गत छेद में वेल्ड धातु को भरा जाता है। इसका प्रयोग अधिक नहीं होता है। यह चित्र 30 (द) में दर्शाया गया है।

E. टैक वेल्ड (Tack Weld)—जब वेल्डन द्वारा तैयार की जाने वाली वस्तुओं में कई भागों को परस्पर जोड़ना होता है या फिर काफी लम्बा वेल्ड करना होता है तब टैक वेल्ड (tack weld) का प्रयोग किया जाता है। इसके लिये सबसे पहले छोटे-छोटे वेल्ड लगाकर (टाँका लगाकर) उपयुक्त स्थिति प्रदान की जाती है। इन्हीं छोटे-छोटे वेल्डों को ही टैक वेल्ड (Tack Weld) कहते हैं। वेल्डर की बोलचाल भाषा में इसे टाँका लगाना भी कहते हैं।

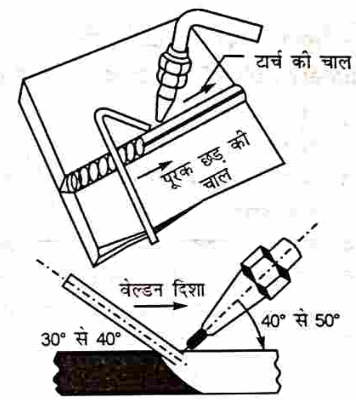
1.2.13 वेल्डन तकनीक (Welding Techniques)

वेल्डन क्रिया के दौरान वेल्ड जोड़ बनाते समय विभिन्न वेल्डन तकनीकी का प्रयोग किया जाता है, जो निम्न हैं—

A. वामावर्त या अग्रहस्त वेल्डन (Leftward or Fore-hand Welding)—इस विधि में ज्वाला पूर्ण हुए वेल्ड से आगे की ओर चलायी जाती है अर्थात् वेल्डन दायीं से बायीं ओर चलते हुये होता है। इस विधि में ज्वाला को पूरक छड़ के पीछे-पीछे चलाते जाते हैं। इसमें वेल्ड करने से पहले धातु गर्म होती है जिससे वेल्डन भी शीघ्र होता है। 3 मिमी मोटी प्लेटों को वेल्ड करने के लिए इसका प्रयोग अति उत्तम होता है।



चित्र 52



चित्र 53

B. दक्षिणावर्त या पश्च-हस्त वेल्डन (Rightward or Back-hand Welding)—इस विधि में ज्वाला को पूर्ण हुये वेल्ड की ओर रखकर चलायी जाती है तथा वेल्डन बायीं ओर से दायीं ओर चलते हुये होता है। इस विधि में ज्वाला को पूरक छड़ के आगे-पीछे चलाते हैं जिससे पूर्ण हुआ वेल्ड वायुमण्डल के प्रभाव से अच्छी तरह परिरक्षित (Shielded) रहता है अर्थात् वायुमण्डल का प्रभाव नहीं पड़ता है। इसमें वेल्ड के ठण्डा होने की दर वामावर्त की अपेक्षा कम होती है। 5 मिमी मोटी प्लेटों को वेल्ड करने के लिये इसका प्रयोग सर्वोत्तम होता है।

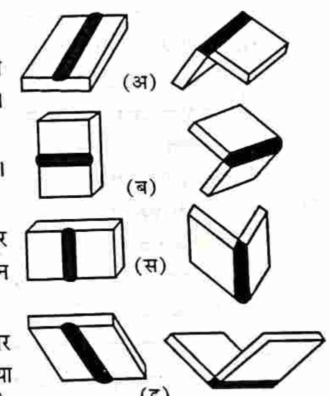
1.2.14 वेल्डन स्थितियाँ (Welding Positions)

A. समतल वेल्डन (Flat Welding)—समतल वेल्डन में वेल्ड की ऊपरी सतह समतल होती है और इलेक्ट्रोड का वेल्डन सिरा नीचे की ओर होता है। चित्र (अ) के अनुसार।

इस विधि में वेल्डन दूर के किनारे से समीप या पास की ओर किया जाता है। इसे नीचा हाथ (Down-hand) स्थिति भी कहते हैं।

B. क्षैतिज वेल्डन (Horizontal Welding)—चित्र (ब) के अनुसार क्षैतिज वेल्डन में उर्ध्वाधर या 45° या उससे कम कोण पर झुके समतल पर वेल्डन किया जाता है और वेल्ड रेखा क्षैतिज होती है।

C. उर्ध्वाधर वेल्डन (Vertical Welding)—चित्र (स) के अनुसार इस विधि में उर्ध्वाधर या 45° या उससे कम कोण पर झुके समतल पर वेल्डन किया जाता है, तथा वेल्ड रेखा उर्ध्वाधर या इससे 45° या कम कोण पर झुकी होती है।



चित्र 54

D. शिरोपरि वेल्डन (Overhead Welding)—चित्र 36 (द) के अनुसार यह वेल्डन समतल वेल्डन के बिल्कुल विपरीत होता है। इस विधि में वेल्ड किये जाने वाले भाग पर वेल्डन नीचे की ओर से किया जाता है और वेल्डन क्रिया के दौरान इलेक्ट्रोड का वेल्डन सिरा ऊपर की ओर रखा जाता है।

सामान्य वेल्डन क्रियाओं में समतल एवं क्षैतिज वेल्डन स्थितियों का प्रयोग किया जाता है। इन विधियों में वेल्डन की गति अधिक होती है और जोड़ भी सुन्दर तथा दृढ़ बनता है।

बड़े भागों एवं भारी कार्यों के वेल्डन में ऊर्ध्वाधर एवं शिरोपरि वेल्डन का प्रयोग किया जाता है। इन स्थितियों का प्रयोग बड़े निर्माण कार्यों एवं जहाज बनाने के कारखानों आदि में किया जाता है।

1.2.15 वेल्डन के अन्तर्गत व्यक्तिगत तथा उपकरण सम्बन्धी सुरक्षा नियम (Safety Rules For Personal and Equipments in Welding)

1. वेल्डन स्थान/शॉप के फर्श पर तेल, मिट्टी, ग्रीस आदि वस्तुएँ नहीं गिरी होनी चाहिए।
2. वेल्डन उपकरण, इलेक्ट्रोड एवं औजार सही स्थान पर रखे होने चाहिए।
3. सीमित स्थानों पर जैसे—टैंकों, पाइपों तथा बॉयलर इत्यादि में वेल्डन करते समय वेल्डर के साथ एक सहायक होना चाहिए।
4. वेल्डन के समय आँखों पर चश्मे या हेलमेट तथा दस्ताने पहनने चाहिए।
5. गीले जूते तथा दस्ताने पहन कर वेल्डन नहीं करना चाहिए।
6. वेल्डन आर्क को कभी-भी नंगे आँखों से नहीं देखना चाहिए।
7. चिपिंग के समय भी आँखों पर चश्मा या हेलमेट पहनना चाहिए।
8. गैस या विद्युत वेल्डन के समीप ज्वलनशील पदार्थ नहीं होना चाहिए।
9. केबिल के सभी जोड़ मजबूती से जुड़े होने चाहिए।
10. वेल्डन के बाद गर्म स्थान पर कोई निशान लगा देना चाहिए या फिर उचित स्थान पर रखना चाहिए ताकि कोई जलने न पाये।
11. इलेक्ट्रोड होल्डर को हमेशा उचित स्थान पर ही रखना चाहिए।
12. गर्म इलेक्ट्रोड होल्डर को स्वत: ही ठण्डा होने देना चाहिए। उस पर पानी नहीं डालना चाहिए।
13. वेल्डन केबिल को पानी एवं तेल के सम्पर्क में नहीं आने देना चाहिए।
14. वेल्डन मशीन हमेशा अर्थ (earthed) होनी चाहिए।
15. ऑक्सीजन सिलिण्डर का वाल्व धीरे-धीरे ही खोलना चाहिए।
16. ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन सिलिण्डरों को पास-पास नहीं रखना चाहिए।
17. एसीटीलीन सिलिण्डर का वाल्व थोड़ा-सा ही खोलना चाहिए।
18. एसीटीलीन सिलिण्डर को हमेशा उसका वाल्व ऊपर की ओर रख कर ही प्रयोग एवं भंडारण (Store) करना चाहिए।
19. ऑक्सीजन दाब नियामक (Regulator) और पाइप को कभी भी एसीटीलीन के लिये प्रयोग नहीं करना चाहिए तथा इसका विलोम भी नहीं करना चाहिए।
20. सिलिण्डरों को कभी भी गिराना नहीं चाहिए और न ही उस पर हथौड़ों आदि से चोट करना चाहिए।
21. संपीडित गैस सिलिण्डर पर ज्वाला या आर्क नहीं बनाना चाहिए।
22. गैस पाइपों, धातु मैल और औजारों को कभी-भी ज्वाला के सम्पर्क में आने से बचाना चाहिए।
23. टार्च जलाने के लिए घर्षण लाइटर (Friction lighter) का प्रयोग करना चाहिए, माचिस का नहीं।
24. काम समाप्त हो जाने पर सिलिण्डर वाल्व को बंद कर देना चाहिए।
25. वेल्डन स्थान पर प्राथमिक चिकित्सा (First Aid) प्रदान करने का व आग बुझाने का समुचित प्रबन्ध होना चाहिए।
26. वेल्डन शॉप में दीवार पर फायर ब्रिगेड का फोन नम्बर लिखा होना चाहिए।

1.2.16 उच्च दाब एवं निम्न दाब गैस वेल्डिंग प्रक्रमों में अंतर (Difference Between Low Pressure & High Pressure Welding Processes)

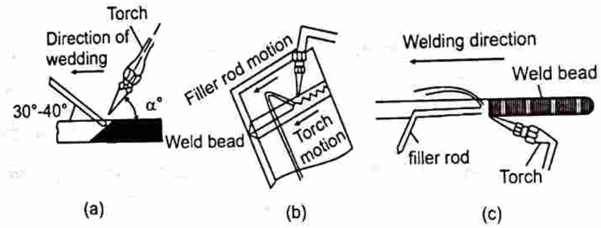
S. No.	उच्च दाब वैल्डिंग (High Pressure Welding)	निम्न दाब वैल्डिंग (Low Pressure Welding)
1.	गैस का दाब लगभग 15 kg/cm^2 तक होता है।	गैस का दाब लगभग 1 kg/cm^2 तक होता है।
2.	गैस का उत्पादन बड़े कारखानों में किया जाता है।	गैस का उत्पादन छोटे गैस जेनरेटरों द्वारा किया जाता है।
3.	प्राप्त गैस प्राय: शुष्क व शुद्ध होती है।	प्राप्त गैसों को शुद्ध एवं शुष्क बनाने हेतु गैस प्यूरीफायर (Gas Purifier) एवं ड्रायर (Drier) का प्रयोग किया जाता है।
4.	उच्च दाब होने के कारण प्रैशर रैग्युलेटर (Pressure Regulator) की आवश्यकता होती है।	दाब नियंत्रित करने हेतु प्रैशर रैग्युलेटर (Pressure Regulator) की जरूरत नहीं पड़ती है।
5.	वैल्डिंग हेतु उच्च दाब टॉर्च का प्रयोग करना पड़ता है।	निम्न दाब वैल्डिंग हेतु निम्न दाब टॉर्च का प्रयोग होता है।
6.	इस प्रक्रम में प्रयुक्त होने वाले सिलेण्डर पोर्टेबल होते हैं।	सिलेण्डरों को एक स्थान से दूसरे पर ले जाना कठिन कार्य है।
7.	उच्च दाब होने के कारण दोनों ऑक्सीजन व एसिटीलीन गैस सरलतापूर्वक मिश्रित हो जाती है।	एसिटिलीन की मात्रा बढ़ाने हेतु इंजैक्टर कोन (Injector Cone) का प्रयोग करना पड़ता है। जब ऑक्सीजन पास होती है तो आसपास कम दाब बनता है जिसकी वजह से अधिक एसिटीलीन ऑक्सीजन में मिश्रित करने हेतु खींचनी पड़ती है।
8.	सिलेंडर में गैस के अंतिम कतरा होने तक कार्य किया जा सकता है।	कम दाब होने के कारण गैस शीघ्रता पूर्वक समाप्त हो जाती है जिसके लिए बार-बार कार्बाइड लगाया जाता है।
9.	यहाँ द्रवीय पश्च दाब या वॉटर सील की जरूरत नहीं होती है।	बैक फायर के खतरे से बचने हेतु द्रवीय पश्च दाब या वॉटर सील की जरूरत पड़ती है।
10.	कैल्शियम कार्बाइड की जरूरत नहीं पड़ती है।	इस विधि में कैल्शियम कार्बाइड तथा पानी दोनों की जरूरत पड़ती है।
11.	दुर्घटना की सम्भावना ज्यादा नहीं होती है।	दुर्घटना की सम्भावना अधिक बनी रहती है।
12.	यह विधि प्राय: महँगी होती है।	इस विधि की प्रारम्भिक एवं कार्यकारी लागत दोनों उच्च दाब की अपेक्षा कम रहती है।
13.	कार्यस्थल साफ रहता है क्योंकि व्यर्थ (Wastage) नहीं होता है।	कैल्सियम कार्बाइड एवं पानी दोनों की रासायनिक अभिक्रिया होने के कारण कैल्सियम हाइड्रोक्साइड बनता है जो कि व्यर्थ (Wastage) बढ़ा देता है।

1.2.17 गैस वैल्डिंग विधियाँ (Methods of Gas Welding)

गैस वैल्डिंग की विधियों को वेल्डिंग बीड़ की स्थितिनुसार निम्न प्रकार से बाँटा गया है—

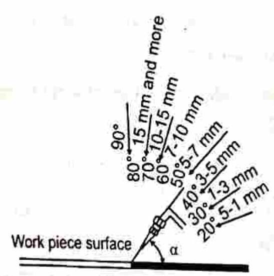
1. फ्लैट पोजिशन वैल्डिंग (Flat Position Welding)—इस पोजिशन में वैल्डिंग बीड का निर्माण दोनों तरह से (दाँयें से बाँयें तरफ या बाँयी से दाँयी तरफ) किया जा सकता है। बीड निर्माण के आधार पर इसे निम्न दो भागों में बाँटा गया है।

(a) फोरहैड या लैफ्टवर्ड वैल्डिंग (Forehead or Leftward Welding)—इस प्रक्रम में वैल्डिंग दाँयें से बाँयीं ओर की जाती है। वैल्डिंग टॉर्च दाँयें हाथ में तथा फिलर रॉड बाँयें हाथ में रखी जाती है। बैस पदार्थ की सतह से फिलर रॉड प्राय: 30° – 40° के झुकाव कोण पर रहती है। परन्तु टॉर्च का झुकाव कोण प्लेट या सतहों की मोटाई के अनुसार चयनित किया जाता है। फिलर रॉड को फ्लेम या ज्वाला के सामने आगे-पीछे की दिशा में चलाते हैं। परन्तु टॉर्च की ज्वाला को जोड़ के एक सिरे से दूसरे तक घुमाते हुए आगे बढ़ाया जाता है। इस प्रक्रम में बेस पदार्थ को कम ताप प्राप्त होता है परन्तु फिलर रॉड को अधिक ताप मिलता है (चित्र 1)।

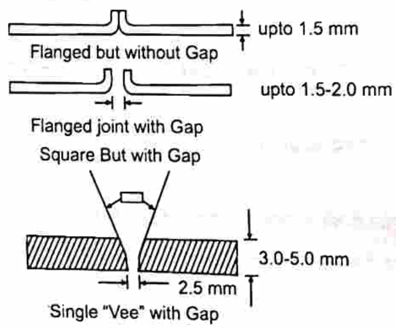


चित्र 55

इस प्रक्रम में बैस पदार्थ की अपेक्षा फिलर रॉड अधिक पिघलती है। यह प्रक्रम 5 mm तक की मोटी प्लेटों को जोड़ने हेतु अधिक उपयोगी है। 3 mm से अधिक मोटी प्लेटों की कोर सज्जा जरुरी होती है इसके लिए कार्यखण्डों के सिरों को 80° पर V ग्रूव बनाकर कोर सज्जा की जाती है (चित्र 2 एवं 3)।

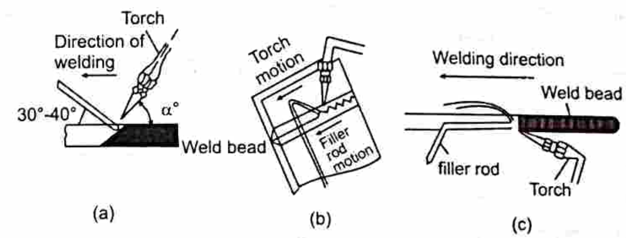


चित्र 56 : मोटाई के अनुसार टॉर्च का झुकाव

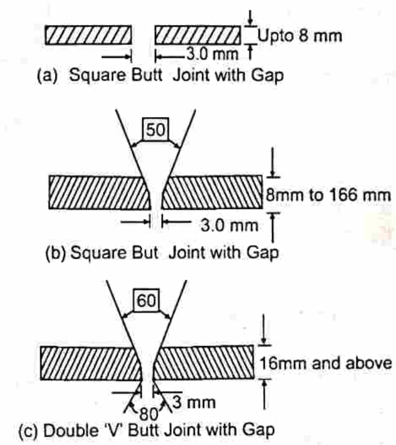


चित्र 57 : किनारों की सज्जा

2. बैकहैड या राइटवर्ड वैल्डिंग (Backhead or Rightward Welding)—इस प्रक्रम में कार्यखण्डों को फ्लैट पोजिशन में रखकर बाँयें से दाँयें तरफ वैल्डिंग का कार्य किया जाता है। इस प्रक्रम को बैकवर्ड वैल्डिंग तकनीक भी कहा जाता है। फोरहैड की भाँति टॉर्च दाहिने हाथ में व फिलर रॉड बाँयें हाथ में रखी जाती है। लेकिन फिलर रॉड वैल्ड बीड एवं वैल्डिंग टॉर्च दोनों के बीच में रखी जाती है। फिलर रॉड का बैस पदार्थ से झुकाव लगभग 30° – 40° में रहता है। वहीं टॉर्च का झुकाव 40° – 50° तक रहता है। बीड का निर्माण बाँयीं तरफ से प्रारंभ कर फ्लेम या ज्वाला को स्थिर रख आगे पीछे करते हैं। फिलर रॉड को वृत्ताकार पथ पर घुमाते हुए आगे बढ़ाते हैं। इस प्रक्रम में ऊष्मा ज्यादा निकलती है। इसके द्वारा लगभग 16 mm तक की मोटी चादरों को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है। साथ ही 8 mm तक की प्लेटों की कोर सज्जा भी नहीं करनी पड़ती।

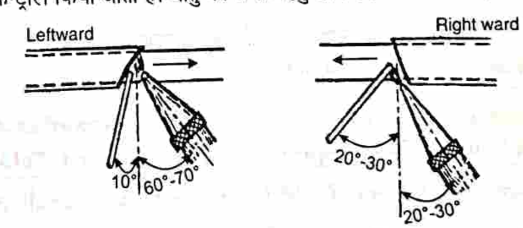


चित्र 58



चित्र 59

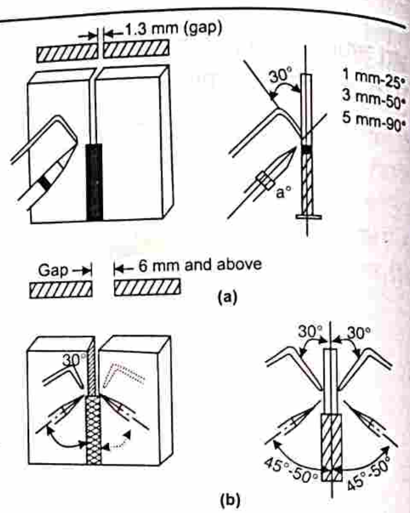
3. ओवरहैड वैल्डिंग तकनीक (Overhead Welding Technique)—इस प्रक्रम में नीचे से ऊपर की तरफ देखते हुये वैल्डिंग की जाती है। यह प्रक्रम अधिक खतरनाक है इसलिए इसे तभी अपनाया जाता है जब कार्यखण्ड को फ्लैट स्थिति में रखना संभावित न हो। बीड का ताप सीमित रखने हेतु बीड का पैनीट्रेशन कम किया जाता है। फॉरहैड एवं बैकहैड दोनों विधियों का प्रयोग किया जा सकता है परन्तु फॉरहैण्ड अधिक लाभदायी होती है। इस विधि में वैल्ड पूल का विशेष ध्यान रखना चाहिये ताकि पूल बड़ा न हो। बड़ा होने पर पदार्थ की बूंदें नीचे टपक जाती हैं। टॉर्च की ज्वाला एवं पदार्थ की सतही तनाव द्वारा पिघली धातु को कन्ट्रोल किया जाता है। धातु को जमाने हेतु टॉर्च को बीच बीच में हटाते रहना चाहिए (चित्र 6)।



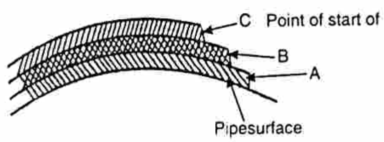
चित्र 60 : ओवरहैड वैल्डिंग

4. ऊर्ध्वाधर वैल्डिंग तकनीक (Vertical Welding Technique)—इस विधि का प्रयोग उन परिस्थितियों में किया जाता है जब बीड का निर्माण ऊर्ध्वाधर स्थिति में करना हो। यह विधि नीचे से ऊपर की तरफ संपन्न होती है। पतली प्लेटों हेतु एक से अधिक कारीगरों की जरूरत नहीं होती है यद्यपि मोटी प्लेटों की वैल्डिंग हेतु कम से कम दो कारीगरों की जरूरत होती है। कार्य प्रारंभ करने से पूर्व नीचे की तरफ एक छिद्र का निर्माण कर उसमें माल भरा जाता है। फिलर रॉड प्रायः लगभग 30° के झुकाव कोण पर रहती है वहीं वैल्डिंग टॉर्च का कोण प्लेटों की मोटाई अनुसार लगभग 25° – 90° के मध्य रखा जाता है।

5. ब्लॉक वैल्डिंग तकनीक (Block Welding Technique)—इस विधि का प्रयोग अधिक मोटे पाइपों को जोड़ने हेतु किया जाता है। संपूर्ण वैल्डिंग का कार्य तीन रनों (Three Runs) में पूरा होता है। प्रत्येक रन पूर्व लिए गए रन से थोड़ा आगे की ओर लिया जाता है। इस प्रकार निर्मित जोड़ अधिक स्थिर तथा मजबूत होता है।

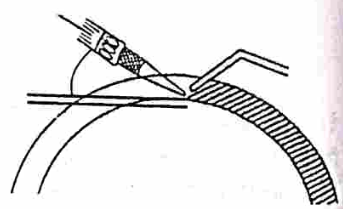


चित्र 61 : वर्टिकल वैल्डिंग



चित्र 62 : ब्लॉक वैल्डिंग

6. लिण्डे वैल्डिंग तकनीक (Linde Welding Technique)—लिण्डे वेल्डिंग तकनीक का कार्यसिद्धान्त गर्म लोहे के उस गुण पर आधारित होता है जिसके कारण गर्म लोहा कार्बन लेने के पश्चात् निम्न ताप पर पिघलने वाले एलॉय का निर्माण करता है। इस विधि द्वारा लोहे के पाइपों में जोड़ लगाया जाता है। पाइपों को ऑक्सीजन प्रदान करने हेतु ऑक्सी एसिटीलीन टॉर्च की कार्बाइड ज्वाला का प्रयोग होता है। पाइपों के किनारों पर 70° पर V बना लेना चाहिए फिर तीन स्थानों पर टैकिंग करनी चाहिये ताकि पाइपों को सरलतापूर्वक घूमाते हुये उसकी परिधि के चारों तरफ वैल्ड किया जा सके। इस विधि हेतु प्रायः सिलिकॉन एवं मैग्नीज (Manganese) की फिलर रॉडों का ही प्रयोग करना चाहिए। बीड को ऑक्सीकरण से बचाव हेतु फ्लक्स (Flux) का प्रयोग करना चाहिए (चित्र 9)।


चित्र 63

लैफ्टवर्ड एवं राइटवर्ड वैल्डिंग तकनीक में अंतर
(Difference between Leftward & Rightward Welding Technique)

S. No.	लैफ्टवर्ड वैल्डिंग तकनीक (Leftword Welding Technique)	राइटवर्ड वैल्डिंग तकनीक (Rightword Welding Technique)
1.	इस तकनीक में वैल्डिंग दाँयें से बाँये तरफ की जाती है।	इस तकनीक में वैल्डिंग बाँयें से दाँयीं तरफ की जाती है।
2.	फिलर रॉड वैल्ड लाइन से 30° – 40° कोण पर रहती है।	फिलर रॉड वैल्ड लाइन से 30° – 40° कोण पर रहती है।
3.	फिलर रॉड की खपत अधिक होती है।	फिलर रॉड की खपत कम होती है।
4.	इस विधि में गैस अधिक खर्च होती है।	इस विधि में गैस का खर्चा कम होता है।
5.	यह विधि अधिक महँगी होती है।	यह विधि सस्ती होती है।
6.	ब्लोपाइप वैल्ड लाइन के साथ लगभग 60°–70° पर रहता है।	ब्लोपाइप वैल्ड लाइन के साथ लगभग 30°–40° पर रहता है।
7.	इस विधि द्वारा लौह व अलौह दोनों पदार्थ जोड़े जा सकते हैं।	इस विधि का प्रयोग अधिकांशतः स्टीलों को जोड़ने हेतु किया जाता है।
8.	वैल्डिंग प्रक्रिया की गति धीमी होती है।	गति लैफ्टवेर्ड तकनीक की अपेक्षा अधिक होती है।
9.	वैल्ड बीड उच्च गुणवत्ता की प्राप्त नहीं होती है।	वैल्ड बीड उच्च गुणवत्ता की प्राप्त होती है।
10.	इस विधि में फ्लेम प्रायः मोल्टन पूल से 2-3 mm ऊपर रखी जाती है।	इस विधि में ज्वाला तथा मोल्टेन पूल की सतह दोनों एक दूसरे के सम्पर्क में रहती है।

1.2.18 फ्लेम या ज्वाला (Flame)

जैसा की हम जानते हैं, गैस वैल्डिंग तकनीकों में गैस ही ईंधन की तरह प्रयोग की जाती है। जब किसी भी ज्वलनशील गैस को वैल्डिंग टॉर्च की टिप पर ऑक्सीजन अथवा वायु की उपस्थिति में जलाया जाता है तो ज्वाला या फ्लेम पैदा होती है। वायु ऑक्सीजन तथा एसिटिलीन के मिश्रण की मात्रा बदल-बदल कर विभिन्न प्रकार की ज्वालाएँ प्राप्त की जा सकती हैं। उदाहरण के लिए ऑक्सी एसिटीलीन गैस वैल्डिंग में उत्पन्न होने वाली ज्वाला का ताप लगभग 3100° C – 3300° C तक रहता है। सर्वप्रथम एसिटिलीन टॉर्च के भीतर ऑक्सीजन के साथ जलती है तत्पश्चात् यह जली गैसें पुनः वायुमण्डल के संपर्क में आने के पश्चात् फिर जलती है। फलस्वरूप 107·58 Kcal/g-mole से लेकर 203·57 Kcal/g-mole तक की ऊष्मा प्राप्त होती है। टॉर्च के भीतर तथा वायुमण्डल में निम्न रासायनिक अभिक्रियाएँ संपन्न होती हैं।

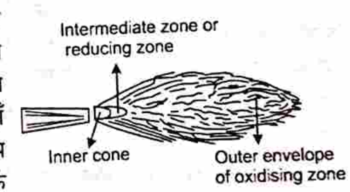
टॉर्च के भीतर— $C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,CO + H_2 + 107{\cdot}58\ Kcal$

वायुमण्डल में— $2\,CO + H_2 + 1{\cdot}5\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + H_2 + 203{\cdot}57\ Kcal$

ज्वाला के मुख्य भाग (Main Zones of Flames)

ज्वालाओं को मुख्यतः तीन भागों में बाँटा गया है—

(a) भीतरी कोन (Inner Cone)—यह फ्लेम का सर्वाधिक चमकदार भाग होता है यहाँ पर ऑक्सीजन एवं एसीटीलीन का मिश्रण टॉर्च टिप से बाहर निकलता है। भीतरी कोन का रंग प्रायः हल्का नीला होता है। भीतरी कोन के क्षेत्र का तापमान लगभग 2760°C से 3480°C के मध्य रहता है। जहाँ अग्रभाग का ताप लगभग 3480°C के आसपास होता है। यह ध्यान देने योग्य तथ्य है कि वैल्डिंग कार्य के दौरान अग्रभाग तथा कार्यखण्ड के बीच कोई संपर्क नहीं होना चाहिए। ज्वाला का अग्रभाग कार्यखण्ड से लगभग 1 mm से लेकर 3·00 mm तक की दूरी पर रहना चाहिए। यह भाग ही एसीटिलीन गैस टॉर्च की ऑक्सीजन के साथ भी क्रिया करता है एवं ऊष्मा प्रदान करता है। यहाँ निम्न रासायनिक अभिक्रिया संपन्न होती है—



चित्र 64 : ज्वाला के भाग

$$C_2H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,CO + H_2 + 107{\cdot}58\ Kcal$$

(b) मध्य भाग (Intermediate or Reducing Zone)—भीतरी कोन का ऊपरी भाग एवं बाहरी कवच (Outer Envelope) का भीतरी भाग मध्य भाग (IntermediateZone) कहलाता है। इसे रिड्यूसिंग एसीटिलीन फीदर भी कहते हैं। क्योंकि एसिटिलीन गैस का प्रज्वलन इसी भाग में होता है। यह भाग प्रायः सफेद या श्वेत रंग का प्रतीत होता है। इस भाग का अधिकतम तापमान लगभग 2090°C तक रहता है। कार्बन मोनोक्साइड एवं हाइड्रोजन के अपचयन (Reduction) होने के कारण ऊष्मा होती है। इस भाग में ताप निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया द्वारा प्राप्त होता है।

$$2\,CO + H_2 + 1{\cdot}5\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + H_2O + 203{\cdot}57 \text{ Kcal}$$

(c) बाहर भाग (Outer Cone or Outer Envelop)—यह फ्लेम का सर्वाधिक बाहरी क्षेत्र होता है। प्राथ ज्वलन की प्रक्रिया इसी भाग में संपन्न होती है। यहाँ तापमान लगभग 2000°C से लेकर 2400°C के मध्य रहता है। इस भाग में समस्त अवशेषों का पुनर्ज्वलन ऑक्सीकरण होने के कारण हो जाता है।

ज्वाला के प्रकार (Type of Flames)

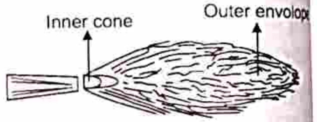
ज्वाला को दो प्रकार से बाँटा गया है

(i) ज्वालाओं को ऑक्सीजन एवं एसिटीलीन के अनुपात के आधार पर

(ii) फ्लेम के वेग के आधार

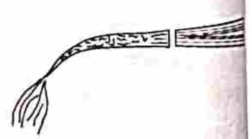
(i) गैसों के अनुपात के आधार पर इन्हें निम्न प्रकार वर्गीकृत किया गया है—

(1) न्यूट्रल फ्लेम या उदासीन ज्वाला (Neutral Flame)—इस प्रकार की फ्लेम में ऑक्सीजन एवं एसिटीलीन दोनों समान अनुपात (1 : 1) में होती है। इसी कारण इसे न्यूट्रल फ्लेम कहा जाता है। इसके द्वारा माइल्ड स्टील (MS), स्टेनलैस स्टील (SS), कास्ट आयरन (CI), एल्यूमिनियम एवं उनके एलॉय (Al and Its alloys) को सरलतापूर्वक वैल्ड किया जा सकता है। इस फ्लेम का तापमान लगभग 3260°C तक होता है। इस प्रकार की फ्लेमों में अंत: कोन के ऊपर एक बाहरी कवच भी बनता है। इन फ्लेमों में मध्य भाग प्राप्त नहीं होता है। प्रायः बाहरी कवच के अंदर अतितप्त कार्बन मोनोऑक्साइड एवं हाइड्रोजन गैसों की प्राप्ति होती है जिनकी उत्पत्ती अत: कोन से होती है। जो कि वायुमण्डलीय ऑक्सीजन से क्रिया करती है। इस कवच का रंग अंत: कोन से अधिक गाढ़ा (dark) होता है। इस फ्लेम द्वारा प्राप्त वैल्डों के पदार्थों में किसी भी प्रकार का रासायनिक परिवर्तन नहीं होता है। इसी कारणवश इन्हें उदासीन फ्लेम भी कहा जाता है।

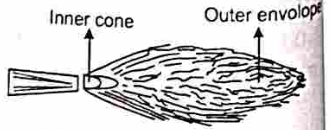


चित्र 65 : न्यूट्रल फ्लेम

(2) एसिटिलीन फ्लेम (Acetylene Flame)—प्रारंभिक अवस्था में जब फ्लेम का प्रज्वलन किया जाता है तो उसमें सिर्फ एसिटीलीन गैस ही पायी जाती है। फिर यह एसिटिलीन वायुमण्डलीय ऑक्सीजन से जलती है तथा जलने के साथ ही तीव्र गाढ़े काले रंग का धुआँ उत्पन्न करती है। जिसके फलस्वरूप वातावरण में बिना जला कार्बन अवशेष छोड़ देती है। प्रायः यह फ्लेम मोल्डों की दीवारों को अधिक मात्रा में कार्बन प्रदान करने हेतु प्रयोग की जाती है (चित्र 12)।


चित्र 66 : एसिटिलिन फ्लेम

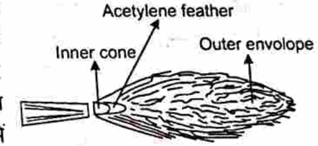
(3) ऑक्सीडाइजिंग फ्लेम (Oxidising Flame)—साधारण शब्दों में हम कह सकते हैं कि इस प्रकार की फ्लेमों मे ऑक्सीजन की मात्रा एसिटीलीन की मात्रा से अधिक होती है। इस प्रकार की फ्लेम उदासीन ज्वाला में ऑक्सीजन की मात्रा को बढ़ाकर उत्पन्न की जाती है। इनके भीतरी कोन लंबाई में उदासीन फ्लेम की अपेक्षा कम होते है। यह फ्लेम प्रायः नीले रंग की होती है। इस फ्लेम का तापमान लगभग 3480°C तक होता है। यह ज्वाला प्रज्वलन के समय भारी ध्वनि उत्पन्न करती है। किन्तु ऑक्सीजन की अधिकता होने के कारण पदार्थ में ऑक्सीकरण की संभावनाएं प्रबल हो जाती है।



चित्र 67 : ऑक्सीडाइजिंग फ्लेम

इसी कारण इनका औद्योगिक उपयोग बहुत कम होता है। परन्तु गैस कर्तन (Cutting) हेतु यह बहुउपयोगी होती है (चित्र 13)।

(4) कार्बुराइजिंग या रिड्यूसिंग फ्लेम (Carburising or Reducing Flame)—साधारण शब्दों में कहा जाये तो हम कह सकते हैं कि इस प्रकार की फ्लेमों में एसिटीलीन की मात्रा ऑक्सीजन की अपेक्षा ज्यादा होती है। फलस्वरूप इस फ्लेम से उन वस्तुओं को नहीं जोड़ना चाहिये जो कार्बन को अवशोषित कर सकती है। अन्यथा पदार्थ कठोर हो सकते है। इसका तापमान लगभग 3038°C के आसपास रहता है। इसका सर्वाधिक उपयोग उच्च कार्बन स्टील (High Carbon Steel) को जोड़ने में किया जाता है। इसके अतिरिक्त यह फ्लेम हार्ड फेसिंग, केस हार्डनिंग, निकिल, मोनेल मैटल, चाँदी में टाँके लगाने के काम भी आती है (चित्र 14)।



चित्र 68 : रिड्यूसिंग फ्लेम

इस प्रकार की फ्लेमों में इनर कोन एवं बाह्य कवच उदासीन ज्वाला की तुलना में अधिक चमकदार होता है। परन्तु यह फ्लेम एसिटिलिन में उपस्थित समस्त कार्बन को ऑक्सीकृत नहीं करती है।

(ii) फ्लेमों को वेग के आधार पर निम्नवत् वर्गीकृत किया गया है—

(1) नर्म ज्वाला (Soft Flame)—नर्म ज्वालाओं का वेग 10 से 15 ml/sec तक होता है। यह फ्लेम सर्वाधिक प्रयोग होती है। इस वेग पर पदार्थ सरलतापूर्वक पिघलायी जा सकती है तथा वैल्डिंग भी की जा सकती है। पिघली धातु ठंडा होने के पश्चात् उच्च गुणवत्ता के बीड़ का निर्माण करती है। इस प्रकार की ज्वाला का निर्माण उचित दाब एवं उचित टिप साइज पर होता है। यदि कार्य के दौरान वेग बढ़ जाता है तो टिप का सुराख साफ कर उसे नियंत्रित किया जा सकता है।

(2) सख्त ज्वाला (Hard Flame)—इस प्रकार की फ्लेम की गति लगभग 100 ml/sec से 200 ml/sec तक होती है। वेग की अधिकता होने के कारण पिघली धातु के उड़ने का खतरा ज्यादा रहता है। इसलिए इसका उपयोग कर्तन (cutting) में ज्यादातर किया जाता है।

(3) डैटोनेशन फ्लेम (Detonation Flame)—इसका वेग सर्वाधिक होने के कारण इनका उपयोग वैल्डिंग कार्यों में नहीं किया जाता है।

1.2.19 ज्वालाओं के दोष व उनके निवारण (Deffects and Remedies of Flames)

S. No.	दोष (Defect)	कारण (Causes)	निवारण (Remedies)
1.	ज्वाला टूटना (Flame Breaking)	गैस की सप्लाई उच्च दाब पर होने के कारण ज्वाला टॉर्च टिप से अधिक दूर तक जलती हुई प्रतीत होती है जिस कारण वह बार-बार टूटती भी रहती है।	इस दोष के निवारण हेतु रैग्यूलेटरों में लगे कार्यकारी दाब एडस्टिंग स्क्रू द्वारा दाब कम कर के ज्वाला का टूटना बंद किया जा सकता है।
2.	फ्लैश बैक (Flash Back)	इस दोष के कारण ज्वाला टॉर्च में वापस चली जाती है तथा हैंडिल को भी गर्म कर देती है। जिसके फलस्वरूप एक ध्वनि उत्पन्न हो जाती है।	इससे बचाव हेतु टॉर्च में लगे दोनों निडिल वाल्वों को बंद कर देना चाहिए साथ ही साथ वाटर सील में जल की मात्रा भी चैक करते रहना चाहिए।
3.	बैक फायर (Back Fire)	गैस का प्रैशर कम होने पर, टिप में कोई चीज फँसने पर, टिप के जरूरत से ज्यादा गर्म होने पर और टिप का जॉब के निकट आने पर ज्वाला में अचानक पटाखे की तीव्र ध्वनि सुनायी पड़ती है साथ ही ज्वाला भी बंद हो जाती है।	टॉर्च टिप को साफ कर ठंडा होने के पश्चात् दोबारा कार्य प्रारम्भ करना चाहिये।

4.	पौपिंग (Popping)	गैस की सप्लाई कम होने पर या टॉर्च का अधिक समय तक एक स्थान पर रहने के कारण पिट—पिट की ध्वनि सुनायी देती है।	टॉर्च में लगे निडिल वाल्व को खोलकर साफ करना लेना चाहिए तथा टॉर्च को ज्यादा देर तक एक स्थान पर नहीं रखना चाहिए।
5.	फ्लेम का काँपना (Flickerring of Flames)	वाटर सील से हौज पाइप में पानी आ जाने के कारण फ्लेम एक समान रूप से नहीं जलती तथा काँपती हुई प्रतीत होती है।	इसके निवारण हेतु टॉर्च को हौज पाइप से निकालकर गैस के वाल्व को खोलकर हौज पाइप में भरा पानी बाहर निकाला जा सकता है।
6.	फ्लेम का साइज छोटा-बड़ा होना (Changing the Size of Flame)	अगर दोनों गैसों का प्रैशर रैग्यूलेटर ठीक कार्य नहीं करता तो यह दोष उत्पन्न हो जाता है।	बचाव हेतु एकल चरण रैग्यूलेटरों के स्थान पर द्विचरण रैग्यूलेटरों का प्रयोग करना चाहिए।
7.	टॉर्च टिप एवं हैड का अधिक गर्म होना (Torch tip and Head becomes too hot)	ताप रेडिऐशन होने पर फ्लेम का सही दिशा में उपयोग न करने पर, फिलैट में वैल्डिंग करने पर एवं हैड अधिक गर्म होने पर।	अधिक गर्म होने की स्थिति में टॉर्च को पानी में डूबाकर ठंडा कर लेना चाहिए, परन्तु ऑक्सीजन का वाल्व खुला रखना चाहिए जिससे की पानी टॉर्च में प्रवेशित ना करें।

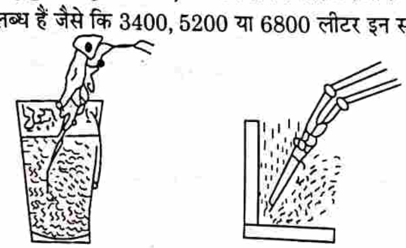
1.2.20 टॉर्च का अधिक गर्म होना (Excessive Heating of Torch)

जब वैल्डिंग अधिक समय तक की जाती है तो टिप के गर्म गैसों में संपर्क होने के कारण टॉर्च ज्यादा गर्म हो जाती है। या फिर फिलेट में वैल्डिंग करने पर भी टॉर्च टिप में गर्म गैस हो जाने के कारण अधिक गर्म हो जाती है। साथ ही जब फ्लेमों का उचित प्रयोग नहीं किया जाता तो इस दशा में भी टॉर्च गर्म हो जाती है। इस स्थिति में टॉर्च में पटाखें की तीव्र ध्वनी सुनायी पड़ती है जिससे वैल्डिंग करना कठिन हो जाता है। इससे बचाव हेतु हैण्डिल तक टॉर्च को डुबोना पड़ता है तथा खोलते समय ऑक्सीजन का वाल्व भी खोल देना चाहिए ताकि पानी अंदर न भरे।

1.2.21 गैस वैल्डिंग में प्रयुक्त होने वाले उपकरण (Equipments used in Gas Welding)

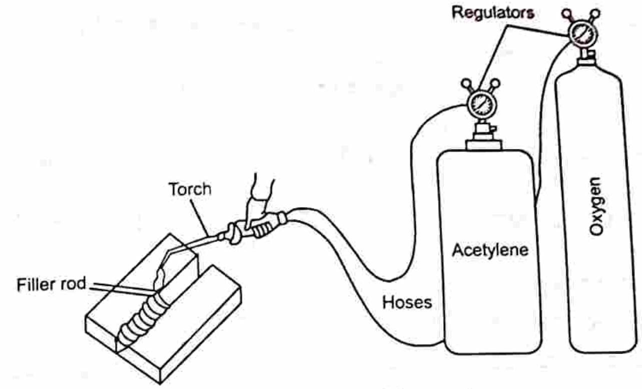
ऑक्सी-एसिटिलिन गैस वैल्डिंग हेतु जिन मुख्य उपकरणों की जरूरत पड़ती है उनका विस्तारपूर्वक सचित्र वर्णन नीचे दिया गया है —

(1) ऑक्सीजन सिलेंडर (Oxygen Cylinder)—ऑक्सीजन सिलेंडर प्रायः काले रंग के पुते हुये होते हैं। बाजार में विभिन्न क्षमता वाले सिलेंडर उपलब्ध हैं जैसे कि 3400, 5200 या 6800 लीटर इन सभी सिलेंडरों में ऑक्सीजन का दाब



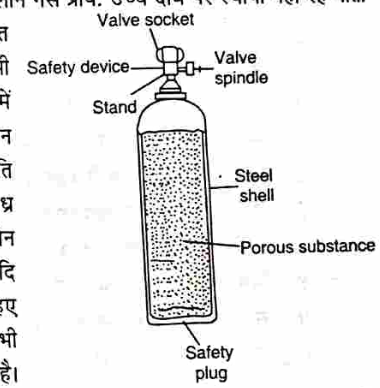
चित्र 69 : टॉर्च को ठण्डा करना व टॉर्च के जल्दी गर्म होने के कारण (फिलेट वैल्डिंग)

लगभग 136 बार से 172 बार तक रहता है। गैस का भार सिलेंडर में भरी गैस के समानुपाती होता है। प्रत्येक सिलेंडर में सेफ्टी नट लगा रहता है जो कि दाब अधिक होने की स्थिति में खोला जा सकता है। इसमें सेफ्टी वाल्व की चूड़ी दाँयीं ओर कटी होती है।



चित्र 16 : ऑक्सी-एसिटिलिन वैल्डिंग का सैटअप

(2) एसिटिलीन गैस सिलेंडर (Acetylene Gas Cylinder)—यह सिलेंडर प्राय: लाल या मैरून रंग के पुते होते हैं जो ऑक्सीजन सिलेंडरों से इनकी भिन्नता को प्रकट करता है। एसिटिलीन गैस प्राय: उच्च दाब पर स्थायी नहीं रह पाती है इसे स्थायी बनाने हेतु एसिटोन में घोलकर रखा जाता है। प्राप्त मिश्रण धुलित एसीटिलीन (Desolved Acetylene) कहलाता है। यह सिलेंडर भी भिन्न-भिन्न क्षमता में बाजार में उपलब्ध रहते हैं। एसीटोन बड़ी मात्रा में एसिटिलिन को घोलकर लगभग 15 kg/cm^2 दाब पर अपने संपूर्ण आयतन की 375 गुना एसिटिलिन गैस अपने में घोल लेता है। दाब कम होने की स्थिति में यह एसिटिलिन निकलता रहता है। सिलेंडर एक विशेष प्रकार के संरंध्र पदार्थ से भरा रहता है। दाब कम होने की स्थिति में ये संरंध्र पदार्थ ही एसिटोन से एसिटिलिन निर्गत करता रहता है। संरंध्र पदार्थ हेतु बाल्सा लकड़ी इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। सिलेंडरों को ऊर्ध्वाधर दिशा में खड़ा रखना चाहिए ताकि एसिटोन टॉर्च में प्रवेशित न हो सके। सिलेंडर में एक सेफ्टी वाल्व भी लगा रहता है जो कि विशेष स्पैनरस की सहायता से ही खोला जा सकता है। सिलेंडर के तल में दो फ्यूजिबल प्लग (Fusible Plug) भी लगे रहते हैं जो कि लगभग 104°C पर गल कर तापमान अधिक होने की स्थिति में एसिटिलीन को वायुमण्डल में छोड़ देता है।



चित्र 7 : एसीटिलीन सिलेण्डर

ऑक्सीजन सिलेण्डर तथा एसीटिलीन सिलेण्डर में अन्तर (Difference between Oxygen Cylinder and Acetylene Cylinder)

	ऑक्सीजन सिलेण्डर	एसीटिलीन सिलेण्डर
1.	ऑक्सीजन सिलेण्डर में ऑक्सीजन द्रव अवस्था में होती है।	इन सिलेण्डरों में एसीटिलीन ऐसिटोन में घुली अवस्था में होती है।
2.	इन पर काला पेन्ट किया होता है।	इन पर मैरून (Mahroon) पेन्ट किया जाता है।
3.	इसके हौज पाइप का रंग हरा होता है।	इनके हौज पाइप का रंग लाल या मैरून (Mahroon) रहता है।

		अपेक्षाकृत कम लम्बे होते हैं।
4.	लम्बाई में काफी ज्यादा होता है।	
5.	इसका रैग्यूलेटर-राइट हैन्ड चूड़ियों वाला होता है।	इसका रैग्यूलेटर लैफ्ट हैन्ड चूड़ियों वाला होता है।
6.	इनका प्रयोग सभी प्रकार की गैस वैल्डिंग प्रक्रियाओं में किया जा सकता है।	इसका प्रयोग केवल उच्चदाब हाई प्रैशर वैल्डिंग के संदर्भ ही होता है।
7.	इनका भण्डारण खड़ी अथवा लेटी अवस्था में किया जा सकता है।	इनका भण्डारण सिर्फ खड़ी अवस्था में ही किया जाता है।
8.	इनके यूनियन में भी R.H. चूड़ियाँ होती हैं।	इनके यूनियन में L.H. चूड़ियाँ होती हैं तथा कोने पर कटे होते हैं।
9.	इनकी तली में सेफ्टी वाल्व नहीं लगे होते हैं।	इनकी तली में दो सेफ्टी वाल्व होते हैं।
10.	एक सिलेण्डर में 7 m^3 ऑक्सीजन 120 से 150/cm^2 के दाब पर होती है।	एक सिलेण्डर में 6 m^3 एसीटिलीन 15 से 16 kg/cm^2 दाब पर होती है।

गैस सिलेण्डरों के उपयोग में सावधानियाँ (Precautions while using Gas Cylinders)

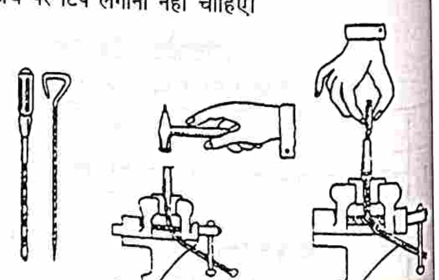
गैस सिलेण्डरों के प्रयोग में निम्न सावधानियाँ बरतनी चाहिए—

1. एसीटिलीन गैस के सिलेण्डर को कभी भी लिटाना नहीं चाहिए।
2. सिलेण्डरों को थोड़ी दूर खिसकाने हेतु थोड़ा तिरछा करके आधार घुमाते हुए ले जाये। अधिक दूरी हेतु ट्रॉली उपयोग करना चाहिए।
3. सिलेण्डरों को कभी भी धरती पर लुढ़काकर नहीं ले जाना चाहिए।
4. सिलेण्डर को वाल्व की टोपी से पकड़कर नहीं उठाना चाहिए।
5. सिलेण्डरों का आपस में रखी अन्य वस्तुओं के साथ टकराने से बचाना चाहिए।
6. सिलेण्डरों को उच्च ताप वाले स्थान पर नहीं रखना चाहिए।
7. सिलेण्डर वाल्व को बन्द या खोलने के लिए स्पैनर का ही प्रयोग करना चाहिए।
8. किसी सिलेण्डर के लीक होने कि दशा में उसे अन्य सिलेण्डरों से अलग कर देना चाहिए।
9. सिलेण्डर वाल्व पर स्नेहक जैसे ग्लिसरीन या साबुन इत्यादि लगाना चाहिए।
10. सिलेण्डर बच्चों की पहुँच से दूर रखना चाहिए।

टिपों का रख रखाव (Maintenance of Tips)

टिपों के उचित रख-रखाव के लिए निम्न बातों पर विशेष ध्यान देना चाहिए-

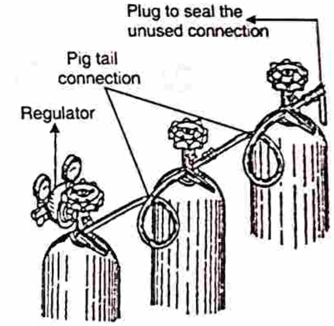
1. गर्म टॉर्च की टिप खोली तो जा सकती है पर गर्म टॉर्च पर टिप लगानी नहीं चाहिए।
2. टिप को प्लास द्वारा कभी नहीं खोलना चाहिए। टिपों को खोलने हेतु स्पेनरों का प्रयोग करना चाहिए।
3. गैस के प्रवेश द्वार को हमेशा साफ रखना चाहिए। इसकी साफ-सफाई हेतु ताँबे का तार या सही साइज का ड्रिल प्रयोग करना चाहिए। मोटे हार्डवेयर का प्रयोग नहीं करना चाहिए।
4. टिप को रिपेयर करने की विधि दिये गये चित्र में दर्शायी गयी है।



चित्र 72 : टिप रिपेयर करने की विधि

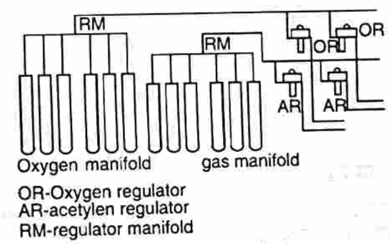
(3) सिलेन्डर मैनीफोल्ड (Cylinder Manifold)—वैल्डिंग का कार्य जब बड़े पैमाने पर करना होता है तो एक से अधिक सिलेंडरों को जोड़ने हेतु इनका प्रयोग किया जाता है। इनका उपयोग प्रायः दो बैंकों में विभाजित कर करते हैं। एक बैंक खाली होने की दशा में दूसरा बैंक प्रारंभ कर दिया जाता है। खाली सिलेंडर बदलकर नये सिलेंडर लगा दिये जाते हैं। प्रायः ऑक्सीजन एवं एसिटिलिन दोनों हेतु अलग-अलग बैंक बनाने पड़ते हैं। लाइन रैग्यूलेटर की मदद से गैस प्रैशर को कम करने के पश्चात् कार्य स्थलों तक भेजा जाता है। यह निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(a) पोर्टेबल सिलेंडर मैनीफोल्ड (Portable Cylinder Manifold)—इस प्रकार का मैनीफोल्ड एक चित्र द्वारा नीचे दर्शाया गया है। इस व्यवस्था में सिलेंडरों को एक फ्लैक्सीबल (Flexible) हौज पाइप की सहायता से जोड़ अंतिम सिलेंडर को प्लग कर देते हैं तथा प्रथम सिलेंडर में रैग्यूलेटर लगाकर लाइन में निम्न दाब पर गैस सप्लाई की जाती है।



चित्र 73 : पोर्टेबल सिलेंडर मैनीफोल्ड

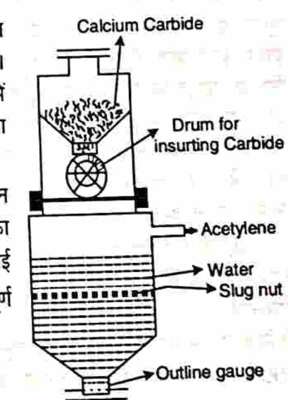
(b) स्टेशनरी मैनीफोल्ड (Stationary Manifold)—इस व्यवस्था के अंतर्गत सिलेंडर बैंक को स्थायी पाइप लाइन द्वारा जोड़ दिया जाता है। साधारणतय: ऑक्सीजन हेतु ताँबें की पाइप लाइन व एसीटिलीन हेतु स्टील की पाइप लाइन प्रयोग में लायी जाती है। ऑक्सीजन मैनीफोल्ड में लगभग 160 m^3 तथा एसीटिलीन में लगभग 50 m^3 तक की गैस प्रयोग में लायी जा सकती है।



चित्र 74 : स्टेशनरी मैनीफोल्ड

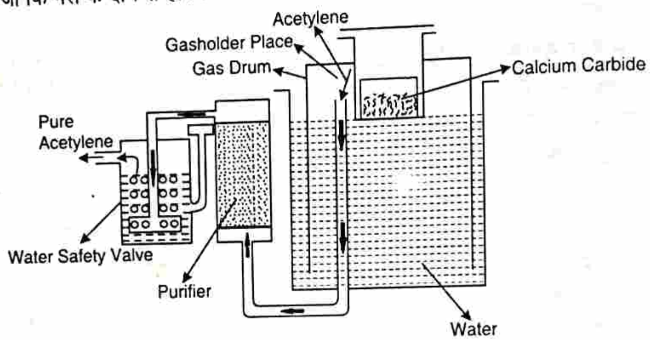
4. **एसीटिलीन जेनरेटर (Acetylene Genrator)**—एसीटिलीन की खपत ज्यादा होने की स्थिति में कार्यस्थल पर ही इसका निर्माण सस्ता व उपयोगी रहता है। एसिटिलिन के निर्माण हेतु प्रायः जेनरेटरों की आवश्यकता पड़ती है। इस प्रक्रिया में कैल्सियम कार्बाइड को एक सुनिश्चित मात्रा में पानी में मिलाकर घोल तैयार किया जाता है। जेनरेटरों को दाबानुसार दो भागों में बाँटा गया है—

1. निम्न दाब जेनरेटर (Low Pressure Genrator)—नीचे एक निम्न दाब जेनरेटर के मुख्य भागों का सचित्र वर्णन किया गया है। इस प्रकार के जेनरेटरों का साइज काफी छोटा है तथा यह केवल 1 kg / cm^2 दाब तक की एसिटिलिन गैस सप्लाई करते है। यह प्रति मिनट 15 litre गैस उत्पन्न करते हैं। परन्तु इनकी सबसे महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि यह पोर्टेबल होते हैं।



चित्र 75 : निम्न दाब जेनरेटर

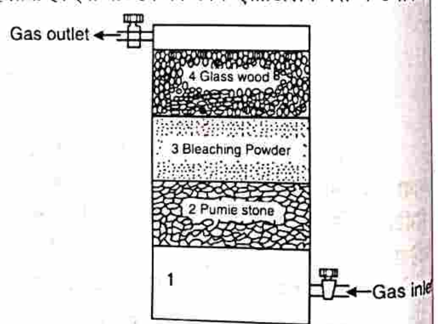
2. मध्यम दाब जेनरेटर (Medium Pressure Genrator)—यह जेनरेटर अपेक्षाकृत निम्न दाब साइज में बड़े होते हैं। यह लगभग 6 km/cm^2 के दाब पर एसिटिलिन गैस सप्लाई करते हैं। इनकी उत्पादन क्षमता 300 litre/minute तक है। उत्पन्न गैस को नियंत्रित करने का कार्य गैस का दाब करता है। कार्बाइड हॉपर के नीचे एक कन्ट्रोल वाल्व लगा रहता है जो कि गैस के दाब से ही नियंत्रित होता है। नीचे दिये गये चित्र में एक मध्यम दाब जेनरेटर दर्शाया गया है।



चित्र 76 : मध्यम दाब जनरेटर

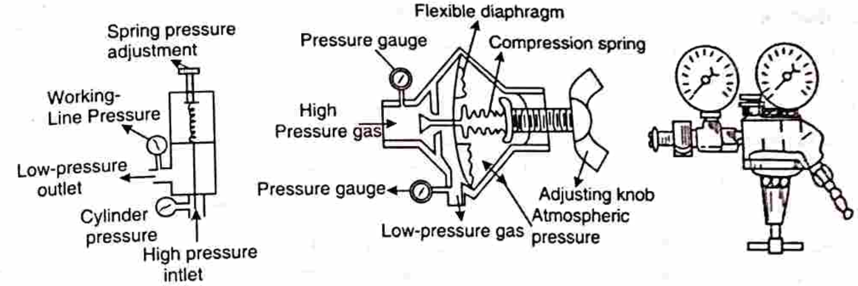
5. गैस प्यूरीफायर (Gas Purifier)—एसीटिलीन गैस में प्राय: फोस्फेमिन, सल्फ्यूरेटेड हाइड्रोजन, अमोनिया इत्यादि के साथ-साथ जल वाष्प के रूप में कुछ अशुद्धियाँ रहती हैं। इन अशद्धियों के निराकरण हेतु प्यूरीफायर की जरूरत पड़ती है। प्यूरीफायर प्राय: सिलेंडर की आकृति का होता है इस सिलेंडर को चार प्रमुख भागों में बाँटा गया है। सिलेंडर के नीचे की ओर प्रवेश टोंटी तथा ऊपरी भाग में निकास टोंटी लगी रहती है।

सिलेंडर का सबसे नीचे का भाग खाली रहता है तथा प्रथम भाग कहलाता है। दूसरे भाग में फ्यूमिक स्टोन या कैल्सियम क्लोराइड भरा होता है। इसका प्रमुख कार्य गैस में उपस्थित जल वाष्प के कणों को शोषित करने का होता है। दूसरे भाग से ऊपरी भाग में ब्लीचिंग पाउडर भरा रहता है यह भाग तीसरा भाग कहलाता है। इस पाउडर का कार्य एसीटिलिन गैस में उपस्थित जल वाष्प के अतिरिक्त मिलने वाली अशद्धियों को शोषित करने का होता है। सबसे ऊपरी भाग चौथा भाग कहलाता है जिसमें ग्लास वूल भरा रहता है जो कि धूल के कण, चूने पाउडर को गैसों में मिश्रित होने से रोकता है। कभी-कभी प्यूरीफायर में लकड़ी का बुरादा या कोई अन्य प्यूरीफाईग कम्पाउण्ड भी डाला जा सकता है। इसके द्वारा प्राप्त गैस के परीक्षण हेतु फिल्टर पेपर को 10% सिल्वर नाइट्रेट के घोल में भिगोने के पश्चात उसे 10 मिनट तक प्राप्त शुद्ध एसिटिलिन के संपर्क में रखते हैं। अगर फिल्टर पेपर का रंग सफेद से भूरा हो जाता है तो इसका आशय है कि गैस अशुद्ध है। नीचे दिये गये चित्र में गैस प्यूरीफायर के विभिन्न भागों को स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है।

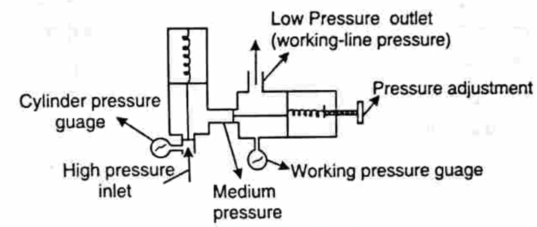


चित्र 77 : गैस प्यूरीफायर

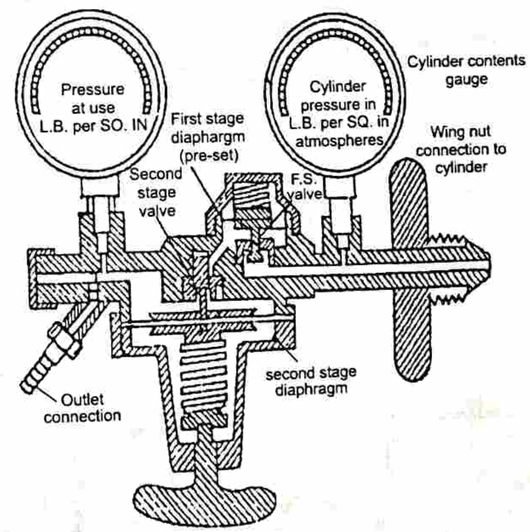
6. दाब रैग्यूलेटर (Pressure Regulator)—प्रैशर रैग्यूलेटरों का सबसे महत्तवपूर्ण कार्य दाब नियंत्रित करने का होता है। प्राय: सिलेंडरों में गैस उच्च दाब पर होती है जिसे सीधे ब्लो पाइपों में सप्लाई नहीं किया जा सकता। दाब रैग्यूलेटर प्रारंभ से लेकर अंत तक निकलने वाली गैस का एक समान दाब पर नियंत्रित करता है। सिलेंडर दाब तथा रैग्यूलेटर से निकली गैस का दाब मापने हेतु रैग्यूलेटर पर दो गेज लगे रहते है। एक निम्न दाब गेज दूसरा उच्च दाब गेज। निम्न दाब गैस 100 kg/cm^2 तक का दाब पढ़ने में सक्षम होता है वहीं उच्च दाब गैज 300 kg / cm^2 तक का दाब सरलतापूर्वक पढ़ सकता है। बनावट के आधार पर रैग्यूलेटर प्राय: दो प्रकार के होते हैं एक एकल चरण रैग्यूलेटर (Single Stage Regulator) दूसरा द्विचरण रैग्यूलेटर।



(a) Single-stage regulator operation (b) Single-stage gas regulator

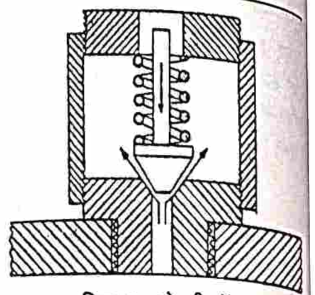


चित्र 78 (a) : सिंगल स्टेज रैग्यूलेटर



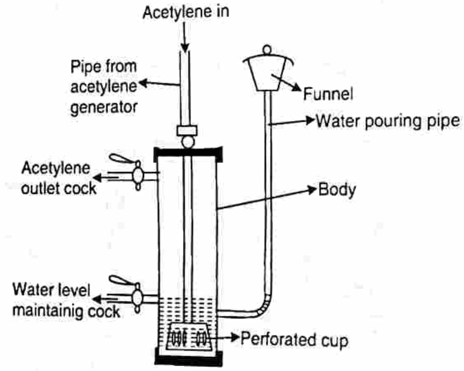
चित्र 78 (b) : टू-स्टेज रैग्यूलेटर

7. सेफ्टी वाल्व (Safety Valve)—गैस स्टोरेज की टंकियों में सेफ्टी वाल्व लगे रहते हैं। इनका प्रमुख कार्य दाब अधिक होने पर गैसों को वायुमण्डल में निष्कासित करने का होता है। जैसे ही प्रैशर कम हो जाता है यह स्वतः ही बंद हो जाते हैं तथा प्रैशर की अधिकता होने के कारण टंकी भी फट सकती है। सेफ्टी वाल्व में दाब नियंत्रित करने हेतु स्प्रिंग लगी रहती है। इसलिए इसका निश्चित दाब पर खुलना नियत होता है। एक निश्चित समयांतराल पर इनकी जाँच करना आवश्यक होता है।

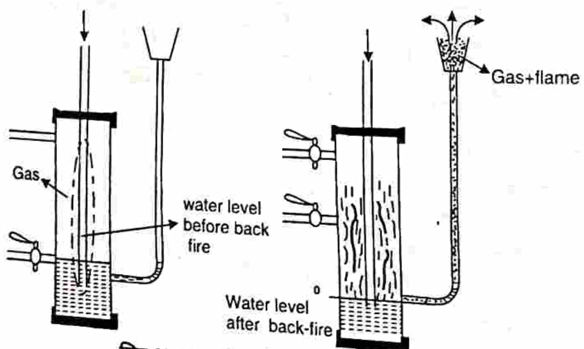


चित्र 79 : सेफ्टी वॉल्व

8. द्रवीय पश्च दाब वाल्व (Hydraulic Back Pressure Valve)—द्रवीय पश्च दाब वाल्व को वाटर सील भी कहा जाता है। इसको प्रायः एसीटिलीन की सप्लाई लाइन के साथ सुरक्षा हेतु फिट करते हैं। इसका प्रमुख कार्य जेनरेटर में होने वाली बैक फायर (Back Fire) रोकने का होता है। इसका निर्माण पाइप के द्वारा किया जाता है। पाइप के दोनों सिरों पर ढक्कन लगाकर बंद कर दिया जाता है। नीचे के हिस्से में एक लेवल तक पानी भर दिया जाता है। पानी भरने हेतु पाइप तथा फनेल की व्यवस्था की जाती है। एसीटिलीन जेनरेटर में लगा पाइप एसीटिलीन को इस पानी में छोड़ देता है। पानी से निकलने के पश्चात् यह गैस बॉडी के ऊपरी भाग में टोंटी में लगे हौज पाइप में एकत्र कर ली जाती है। तत्पश्चात् हौज पाइप में एकत्र गैस को ब्लो पाइप में भेज दिया जाता है। नीचे दिये गये चित्रों में हाइड्रोलिक बैक प्रैशर वाल्व दर्शाया गया है।



चित्र 80 (a) : द्रवीय पश्च दाब वॉल्व

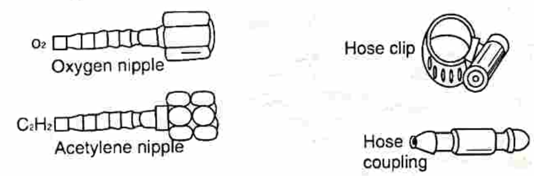


चित्र 80 (b) : वॉटर सील क्रियाशील अवस्था में

9. हौज पाइप (Hose Pipe)—हौज पाइप रबर से निर्मित होते हैं। इनका मुख्य कार्य ऑक्सीजन तथा एसीटिलीन सिलेंडरों में भरी गैसों को वैल्डिंग टॉर्च तक पहुँचाने का होता है। इन पाइपों को निर्मित करने के पश्चात दाब सहन करने हेतु री-इन्फोर्स किया जाता है। हौज पाइपों को सिलेंडर में लगे रैग्यूलेटरों में फिट करने हेतु निपिल पर चढ़ाया जाता है जिसे फ्लेन नटों की सहायता से कस दिया जाता है। प्रायः एसीटिलीन गैस हेतु लाल रंग एवं ऑक्सीजन गैस हेतु हरे रंग के हौज पाइपों का प्रयोग किया जाता है। अन्य सभी गैसों हेतु काले रंग के हौज पाइपों का प्रयोग किया जाता है। हौज पाइपों का प्रयोग करते समय निम्न बातों का ध्यान रखना चाहिए—

1. हौज पाइपों को जब प्रयोग ना किया जाये तो उन्हें लपेट कर एक स्थान पर रख देना चाहिए ताकि उनके कटने-टूटने की संभावना न रहे।
2. हौज पाइपों को ज्वलनशील पदार्थों से दूर ही रखना चाहिए।
3. कभी-भी टूटे हुये या फटे हुये हौज पाइप पर टेप नहीं लगाना चाहिए।
4. हौज पाइपों का प्रयोग करते समय उपयुक्त फिटिंग एवं क्लैम्पों का प्रयोग करना चाहिए।

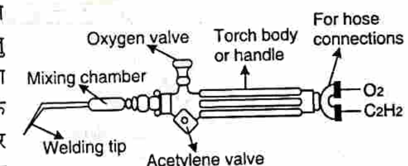
नीचे दिये गये चित्रों में कुछ हौज पाइप की फिटिंगस को दर्शाया गया है।



चित्र 81 : हौज पाइप कनैक्शन

1.21 ब्लोपाइप या गैस वैल्डिंग टॉर्च (Blowpipe or Gas Welding Torch)

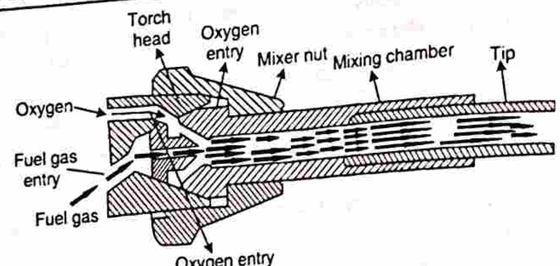
ब्लोपाइप को वैल्डिंग टॉर्च भी कहा जाता है। इसका प्रमुख कार्य उचित अनुपात में ईंधन (गैसें) तथा वायु को मिश्रित कर नॉजिल के द्वारा ज्वाला (flame) का निर्माण करने का होता है। ईंधन गैसों तथा ऑक्सीजन के नियंत्रण हेतु दो निडिल वाल्व लगे होते हैं। तत्पश्चात् गैसों को मिश्रित चैम्बर में प्रेषित किया जाता है ताकि वह उचित ढंग से मिल जायें। फिर भी वैल्डिंग टॉर्च की टिप की तरफ आते समय इस मिश्रण का प्रवाह मुलायम (Flow smooth) रहना चाहिये ताकि फ्लेम अच्छी प्राप्त हो। हैंडिल के पश्च भाग में दोनों गैसों हेतु दो कनेक्शन लगे रहते हैं। जिनका संबंध हौज पाइपों द्वारा किया जाता है। ऑक्सीजन को नियंत्रित करने हेतु ऑक्सीजन कन्ट्रोल वाल्व लगा रहता है। जहाँ से वह सीधे मिक्सिंग चैम्बर में जाती है। यह मिश्रित गैस हैड, टिप व नॉजल से निकलने के पश्चात् ज्वाला उत्पन्न करती है। एसीटिलीन गैस की सप्लाई के प्रकार के आधार पर इन्हें तीन भागों में बाँटा गया है। इनका विस्तृत सचित्र वर्णन आगे दिया गया है। नीचे एक गैस वैल्डिंग टॉर्च का चित्र दिया गया है।



चित्र 82 : गैस वैल्डिंग टॉर्च

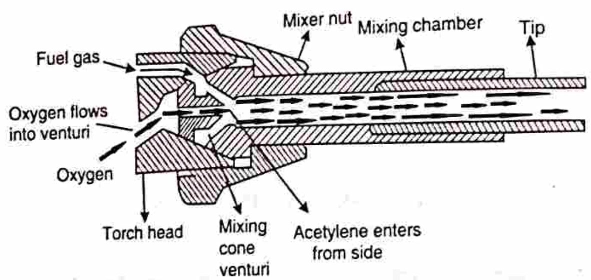
1. उच्चदाब ब्लो पाइप (High Pressure Blowpipe)—इस प्रकार के ब्लो पाइप में दोनों ही गैसों का दाब समान रहता है। दोनों ही गैसें मिक्सिंग चैम्बर में भी समान अनुपात में ही मिलती है। उच्चदाब ब्लो पाइप में अलग से कोई cone नहीं लगा होता है। उच्च दाब पर होने के कारण एसीटिलीन की सप्लाई स्वतः ही मिक्सिंग चैम्बर तक जाती है।

2. निम्न दाब ब्लो पाइप (Low Pressure Blowpipe)—निम्न दाब ब्लो पाइपों में कम दाब पर प्राप्त होने वाली एसीटिलीन गैस का प्रयोग किया जाता है। इसके मिक्सिंग चैम्बर में एक कोन लगा रहता है जिसमें ऑक्सीजन उच्च दाब पर मध्य मार्ग से कोन (cone) में छोड़ी जाती है जिस कारण वैन्चुरी का क्षेत्रफल बढ़ जाता है तथा दाब की मात्रा कम हो जाती



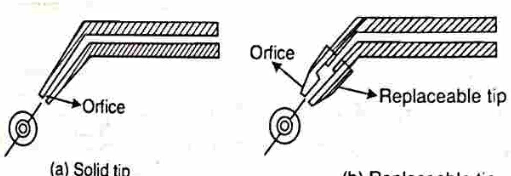
चित्र 83 : उच्चदाब ब्लोपाइप

है। तत्पश्चात् चारों तरफ से एसीटिलीन खींचकर इस चैम्बर में आ जाती है। फिर दोनों गैसें परस्पर उचित मात्रा में मिलकर टि की ओर प्रवाहित होती है। नीचे निम्न दाब ब्लोपाइप को सचित्र वर्णन किया गया है।



चित्र 84 : लो प्रैशर ब्लोपाइप

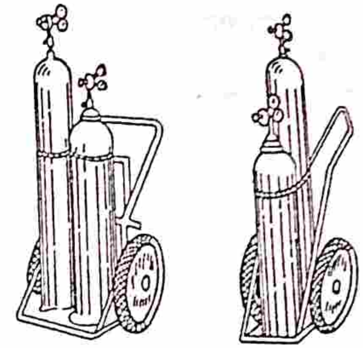
3. स्वचालित दाब ब्लोपाइप (Automatic Pressure Blowpipe)—इस प्रकार के ब्लोपाइप में दोनों गैं पहले से ही निश्चित अनुपात में मिली रहती है। इससे हमेशा एक ही तरह की ज्वाला उत्पन्न होती है। नीचे इस प्रकार की टॉर्च का चित्र दिया गया है।



चित्र 85 : ब्लोपाइप टिप

इनके अतिरिक्त टॉर्चों को टिपों के आधार पर भी 4 भागों में बाँटा गया है एकल टिप, बहु टिप, चरण बद्ध टिप, तथ अपरिवर्तन शील जिनका सचित्र वर्णन आगे दिया गया है।

4. सिलेण्डर ट्रॉली (Cylinder Trolley)—यह सिलेंडरों को पोर्टेबल बनाता है। अर्थात् ट्रॉली की सहायता से सिलेंडरों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर सरलतापूर्वक ले जाया जा सकता है। क्योंकि सिलेंडरों को घसीटकर या लुढ़काकर ले जाने के कारण दुर्घटनाओं की संभावना बढ़ जाती है। सिलेंडरों को ट्रॉली में लोड करने के पश्चात् उचित ढंग से चेन द्वारा बाँध देना चाहिए। नीचे दिये गये चित्र में सिलेंडर ट्राली को दर्शाया गया है।

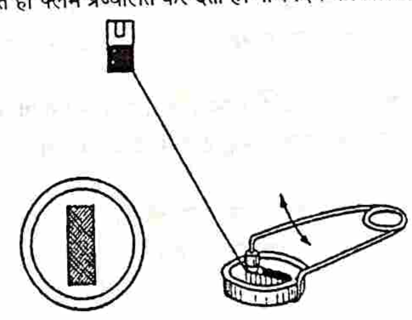

चित्र 86 : सिलेण्डर ट्रॉली

चित्र 87 : तारों का ब्रुश

5. तारों द्वारा निर्मित ब्रुश (Wire Brush)—कार्यखण्डों की सतहों को साफ-सुथरी बनाने हेतु वायर ब्रुश की आवश्यकता पड़ती है। इनको प्रायः एक दिशा में चलाना चाहिए ताकि वह टूटे या मुड़े ना। गर्म जॉब पर ब्रुश का प्रयोग नहीं करना चाहिए। नीचे दिये गये चित्र में वायर ब्रुश दर्शाया गया है।

6. चाबी व स्पैनर (Keys and Spanners)—सिलेंडरों के वाल्वों को खोलने हेतु चाबी व स्पैनरों की जरूरत पड़ती है। वाल्वों को खोलने हेतु संडसी या प्लास का प्रयोग नहीं करना चाहिए ऐसा करने पर वॉल्व की रोड गोल हो जाती है। चाबी व स्पैनरों के अतिरिक्त भी कुछ औजारों जैसे हथौड़ा, रेती, बॉक, छैनी, संडसी, फ्लैक्सीबल ग्राइंडर इत्यादि की भी जरूरत वाल्वों को खोलने में पड़ती है।

7. लाइटर (Lighter)—प्रज्वलन हेतु विशेष प्रकार के टॉर्च लाइटर की जरूरत होती है। इसका कार्य सिद्धान्त यह है कि इसमें फ्लिंट (flint) पत्थर भरा रहता है जो दाब डालने पर आपस में रगड़ खाकर स्पार्क बनाता है। जो कि टॉर्च से निकलने वाली गैसों के संपर्क में आते ही फ्लेम प्रज्वलित कर देता है। नीचे दिये गये चित्र में एक टॉर्च लाइटर दर्शाया गया है।


चित्र 88 : लाइटर

8. सुरक्षा उपकरण (Safety Equipments)—वैल्डरों को सुरक्षा प्रदान करने हेतु एप्रेन, गोग्लस, हैण्ड ग्लवस, लेदर शूज, शील्ड, इत्यादि का उपयोग करना चाहिए। इन सभी का सचित्र वर्णन पहले किया जा चुका है।

10.9 वैल्डिंग उपकरणों का जोड़ना (Setup of Welding Equipments)

उपरोक्त वर्णित सभी उपकरण अलग-अलग मिलते हैं उन्हें अलग-अलग प्रयोग नहीं किया जा सकता तथा यह सुरक्षा की दृष्टि से भी गलत तरीका होता है। वैल्डिंग उपकरणों को सुव्यवस्थित ढंग से निम्न प्रकार जोड़ना चाहिए —

1. सिलेंडरों को रखना—सिलेंडरों को ठीक प्रकार से ट्रॉली में लोड़ कर जंजीरों से बाँध कर रखना चाहिए। साथ ही उनकी सेफ्टी कॉक (Safety cock) भी खोल देनी चाहिए।

2. रैग्यूलेटरों को सिलेंडरों से जोड़ना—दोनों ही सिलेंडरों की चूड़ियों की दिशा को ध्यान में रखकर रैग्यूलेटरों का संबंध स्थापित करना चाहिए। रैग्यूलेटरों को कसने हेतु उचित साइज की चाबी का प्रयोग करना चाहिए।

3. वाल्व सीट की सफाई करना—रैग्यूलेटरों को जोड़ने से पहले ही सिलेंडरों में बनी वाल्व सीट एवं चूड़ियों को चैक कर लेना चाहिए। सफाई करने हेतु वाल्व को पहले धीरे से खोलकर फिर बंद कर दें। जिससे की उसमें फँसे अवरोध उत्पन्न करने वाले धूल आदि के कण वाल्वों में से बाहर निकल जायें।

4. हौज पाइपों का कनेक्शन करना—लाल रंग की हौज पाइप द्वारा एसीटिलीन गैस सिलेंडर तथा हरे रंग के पाइप द्वारा ऑक्सीजन गैस सिलेंडरों को जोड़ा जाना चाहिए। हौज पाइपों की सफाई हेतु रैगुलेटरों के प्रैशर एडजस्टिंग स्क्रूओं को धीरे से खोलने के पश्चात् सिलेंडरों वाल्वों को भी थोड़े समय हेतु खोले फिर प्रैशर एडजस्टिंग स्क्रू घुमाकर गैस को दोनों हौज पाइप में प्रवाहित करें। तत्पश्चात् दोनों वाल्वों को बंद कर देना चाहिए।

5. हौज पाइपों को टॉर्च से जोड़ना—लाल रंग के हौज पाइप को टॉर्च के AC निशान से जोड़े एवं हरे या काले रंग के हौज पाइप का संबंध OX निशान वाले कनैक्शन से कर देना चाहिए।

6. गैस रिसाव चैक करना—गैसों के रिसन को चैक करने हेतु साबुन का घोल सिलेंडरों, हौज पाइपों, इत्यादि सभी के कनेक्शनों के संपर्क में लाया जाता है। इस संपूर्ण प्रक्रम के दौरान सप्लाई बंद ही रखी जाती है।

7. टिप या हैड सैटिंग करना—टिपों को बदलने हेतु प्लास या संडासी के स्थान पर चाबियों या स्पेनरों का प्रयोग करना चाहिए। टिपों का चयन कायखण्ड़ों की मोटाई के आधार पर किया जाता है। जहाँ पर स्थान की कमी हो वहाँ प्रायः लंबी नलकी वाले हैड ही प्रयुक्त होने चाहिए।

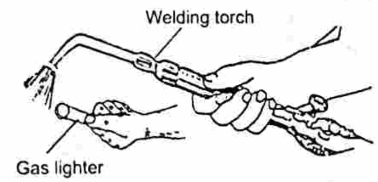
1.22 वैल्डिंग टॉर्चो का जलाना (Lighting of Welding Torch)

समस्त वैल्डिंग उपकरणों का कनेक्शन करने के पश्चात् टॉर्च को जलाने का कार्य किया जाता है। यह प्रक्रिया निम्न चरणों में संपन्न होती है।

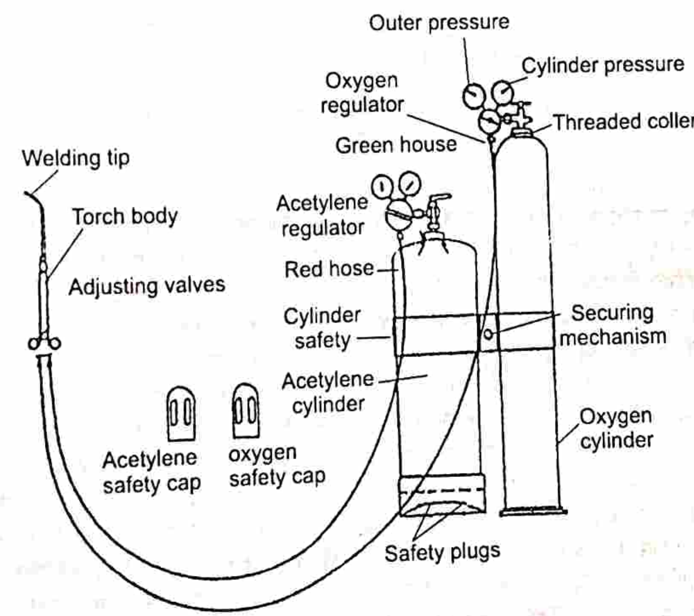
(1) सिलेंडरों को सुनिश्चित ढंग से ट्रॉली में लोड़ करने के पश्चात् जंजीरों से बाँधकर रखना चाहिए।
(2) गैस सिलेंडरों के वाल्वों को थोड़ा दबाकर छोड़ दें ताकि उनकी गुहिका (cavity) में उपस्थित धूल इत्यादि के कण बाहर निकल सकें।
(3) प्रैशर रैग्यूलेटरों को ठीक ढंग से संबंधित किया जाना चाहिए।
(4) हौज पाइपों का संबंध ठीक तरह से किया जाना चाहिए।
(5) टॉर्च के साथ हौज पाइपों का संबंध स्थापित करना चाहिए।
(6) टॉर्च टिप का उचित चयन करना चाहिए।
(7) टॉर्चों के दोनों निडिल वाल्वों को क्लॉक वाइज दिशा में घुमाकर बंद कर देना चाहिए।
(8) रैग्यूलेटर स्क्रू जब तक विपरीत दिशा में घुमायें जब तक कि वह स्वतंत्र न हो जायें।
(9) अब दोनों वाल्वों को खोलें।
(10) टॉर्च में बनें एसीटिलीन वॉल्व को थोड़ा सा खोलें।
(11) स्पार्क लाइटर की मदद से ब्लोपाइप को जलायें।

(12) फिर वैल्डिंग टॉर्च की टिप हेतु उचित दाब को सैट करना चाहिए।
(13) निड़िल वाल्व खोलकर ऐच्छिक ज्वाला उत्पन्न की जाती है।
(14) ऑक्सीजन की मात्रा घटा बढ़ाकर भिन्न प्रकार की ज्वाला उत्पन्न की जा सकती है।
(15) कार्य समाप्ति पर टॉर्च में लगे निडिल वाल्व को बंद कर देना चाहिए।
(16) तत्पश्चात् टॉर्च का ऑक्सीजन वाल्व भी बंद कर देना चाहिए।
(17) फिर ऑक्सीजन सिलेंडर का वाल्व भी बंद कर दें।
(18) टॉर्च में लगा ऑक्सीजन कन्ट्रोल वाल्व खोलकर हौज पाइप तथा रैग्यूलेटरों का दाब वायुमण्डल में छोड़ सकते हैं।
(19) ऑक्सीजन रैग्यूलेटर में लगे डायफ्राम का दाब भी घटा दें।
(20) टॉर्च के ऑक्सीजन कन्ट्रोल वाल्व को भी बंद कर देना चाहिए।
(21) इसी विधि का प्रयोग एसीटिलीन हेतु भी करना चाहिए।

नीचे दिये गये चित्रों में टॉर्च जलाने की प्रक्रिया दर्शायी गयी है—



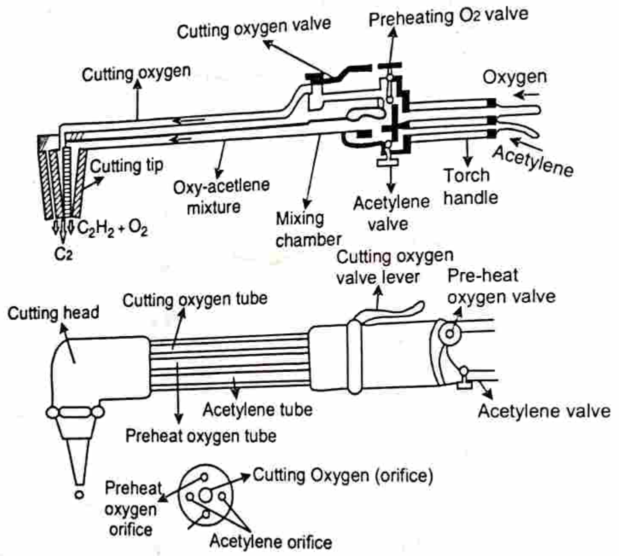
चित्र 89 : वैल्डिंग टॉर्च जलाना



चित्र 90 : ऑक्सी-एसीटिलीन वैल्डिंग का सैट-अप

1.2.23 गैस कर्तन (Gas cutting)

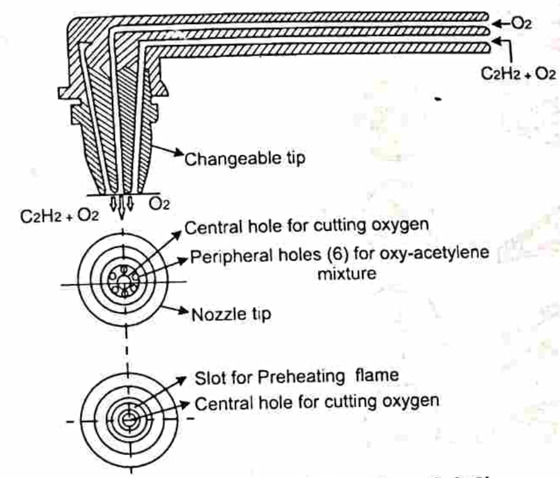
गैसों का प्रयोग सिर्फ कार्यखंड़ों को जोड़ने में ही नहीं बल्कि उन्हें दो भागों में तोड़ने या काटने हेतु भी किया जाता है। गैस कर्तन हेतु अलग टॉर्च का प्रयोग किया जाता है। पिघली मैटल को ऑक्साइड स्लैग में परिवर्तित करने हेतु उपयुक्त मात्रा में ऑक्सीजन सप्लाई हेतु पाइप व वाल्व की व्यवस्था रहती है। टॉर्च टिप भी प्रायः भिन्न-भिन्न प्रकार की होती है। कटिंग टॉर्च के निम्नलिखित प्रमुख भाग होते हैं जैसे हैंडिल, इंजैक्टर, हौज पाइप निपिल, मिक्सड गैस ट्यूब, कटिंग ऑक्सीजन ट्यूब कटिंग ऑक्सीजन वाल्व, नॉजिल या टिप इत्यादि। नीचे चित्र में ऑक्सीजन कटिंग टॉर्च के विभिन्न प्रमुख भाग दर्शाये गये हैं (चित्र 38)।



चित्र 91

रचना—कटिंग टॉर्च में पकड़ने हेतु एक हैंडिल (Handle) लगा रहता है। उसमें बैकेलाइट का दस्ता लगा रहता है जो उसकी पकड़ को मजबूत एवं सरल बनाता है। हैंडिल के अग्र भाग में दो वाल्व लगे रहते हैं एक ऑक्सीजन हेतु एवं दूसरा एसीटिलीन हेतु हैंडिल के पश्च (पीछे) के भाग में दो निपिल लगे रहते हैं जो कि हौज पाइपों को जोड़ने का कार्य करता है। दोनों निडिल वाल्वों की पहचान उन पर अंकित अंग्रेजी वर्णमाला के अक्षरों 'A' एसिटीलीन हेतु व 'O' ऑक्सीजन हेतु से की जा सकती है। निडिल वाल्व का प्रमुख कार्य जॉब को पूर्व गर्म करने हेतु आवश्यक फ्लेम की उत्पत्ती करना होता है। हैंडिल में एक इंजेक्टर भी लगा रहता है जिसका कार्य एसीटिलीन जेनरेटरों द्वारा प्राप्त निम्न दाब गैस का प्रयोग करने का होता है। तत्पश्चात् इसमें से हाईप्रैशर (उच्च दाब) वाली ऑक्सीजन गुजारकर इंजेक्टर में निर्वात क्षेत्र का निर्माण किया जाता है। मिक्सड गैस ट्यूब द्वारा ऑक्सीजन एवं एसीटिलीन का यह मिश्रण टिप तक सप्लाई किया जाता है। हैंडिल के ऊपरी तरफ एक और कटिंग पाइप व वाल्व भी लगा रहता है। इस वाल्व का नियंत्रण एक लीवर द्वारा किया जाता है। इसके द्वारा बहुत ज्यादा मात्रा में ऑक्सीजन निकलती है। फ्लेम के प्रज्वलन हेतु हैंडिल के नीचे एक टिप या नॉजल का भी प्रबंध किया जाता है। नॉजल प्रायः निम्नलिखित प्रकार के होते हैं चरण बद्ध (Step), मल्टीपोर्ट (Multiport), रिंग शेप्ड ऑरिफिस (Ring Shaped Orrifice), अपरिवर्तनशील (Non-Variable) इत्यादि। नॉजल के बीच वाले भाग से ऑक्सीजन की सप्लाई होती है तथा उसकी परिधि पर बने छिद्रों से प्रीहीटिंग गैस सप्लाई मिश्रण का निकास होता है। अधिकांशत: मल्टीपोर्ट एवं रिंग शेप्ड ऑरिफिस में दोनों ही नॉजलों का प्रयोग किया जाता है।

नीचे दिये गये चित्र में विभिन्न प्रकार की टॉर्च टिप्स व उनकी फिटिंग्स को दर्शाया गया है—



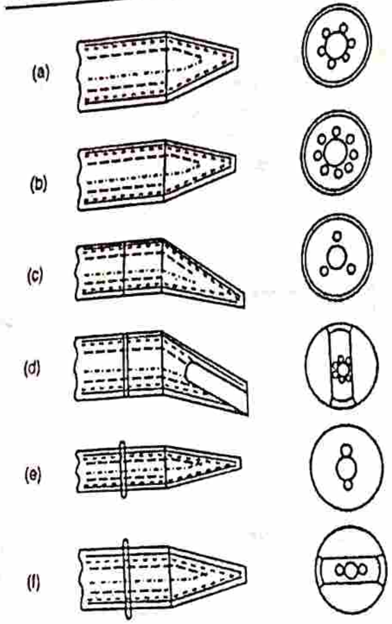
चित्र 92 : विभिन्न प्रकार की टिप्स और उनकी फिटिंग्स

1.2.24 गैस कटिंग नाजल (Gas Cutting Nozzle)

गैस कटिंग कार्य हेतु जो नॉजल प्रयोग किये जाते हैं उनमें से कुछ निम्नवत् होते हैं—

1. साधारण, सरल व सीधी कटिंग हेतु प्राय: 6 छिद्रों वाली टिप का प्रयोग किया जाता है। चित्र (a)
2. जब सतहों पर जंग लगा हो ता उनकी कटाई हेतु 8 छिद्रों वाली विशेष टिप का प्रयोग किया जाता है। चित्र (b)
3. रिविट हैड्स की कटाई करने हेतु 30° पर अवनत वाली टिप के नॉजल का प्रयोग किया जाता है। इसमें भी 3 छिद्र होते हैं। (चित्र c)
4. गाडजिंग या खराब वैल्डिंग की सफाई हेतु या ग्रूविंग हेतु प्राय: 20° पर अवनत नॉजल का प्रयोग किया जाता है। (चित्र d)
5. जब सर्कुलर कटिंग करनी होती है तो गोलाकार टिप का प्रयोग किया जाता है। इसमें २ छिद्र होते हैं। (चित्र e)
6. शीट मैटल कटिंग कार्य हेतु प्रायः चपटे आकार की टिपों का प्रयोग किया जाता है। (चित्र f)

नीचे दी गयी सारणी में विभिन्न मोटाई की प्लेटों के लिए उपयुक्त टिप का साइज व गैस की खपत को दर्शाया गया है—



चित्र 93 : गैस कटिंग नॉजिल

S. No.	टिप/नॉजल का नम्बर	प्लेट की मोटाई (मिमी)	गैस खपत (ली/घण्टा)
1.	1	– – 0·8	29
2.	2	0·8 – 11·2	57
3.	3	1·2 – 1·6	86
4.	5	1·6 – 2·4	140
5.	7	2·4 – 3·0	200
6.	10	3·0 – 4·0	280
7.	13	4·0 – 5·0	370
8.	18	5·0 – 6·0	520
9.	25	6·0 – 8·0	710
10.	35	8·0 – 10·0	1000
11.	45	10·0 – 12·0	1300
12.	55	12·0 – 19·0	1600
13.	70	19·0 – 25·0	2000
14.	90	25·0 – 32·0	2500

कटिंग व वैल्डिंग टॉर्च में अंतर (Difference between Cutting & Welding Torch)

S. No.	कटिंग टॉर्च (Cutting Torch)	वैल्डिंग टॉर्च (Welding Torch)
1.	कटिंग टॉर्च प्राय: भारी होती है।	यह टॉर्च हल्की होती है।
2.	इस टॉर्च का नॉजल 90° पर अवनत होता है।	वैल्डिंग टॉर्च का नॉजल 120° पर अवनत होता है।
3.	इसका प्रयोग कर्तन हेतु होता है।	इसका प्रयोग दो कार्यखण्ड़ों को जोड़ने हेतु किया जाता है।
4.	इसके नॉजल में प्राय: तीन छिद्र होते हैं।	इसके नॉजल में एक ही छिद्र होता है।
5.	कटिंग टॉर्च में कटिंग ऑक्सीजन का नियंत्रण लीवर द्वारा होता है।	इसमें ऐसा कोई प्रावधान नहीं होता है।

1.2.25 परिचय (Introduction)

किसी भी कार्य की लागत का पूर्वानुमान होना जरूरी है। कार्य करने वाले एवं कार्य करवाने वाले दोनों ही पक्षों हेतु लागत का अनुमान होना जरूरी है। वहीं दूसरी तरफ लागतानुसार ही किसी भी वस्तु का बाजार मूल्य निर्धारित किया जा सकता है। सीधे शब्दों में यह कहा जाये कि लागत एवं वस्तु की कीमत दोनों ही एक दूसरे के सामानुपाती होता है। वैल्डिंग समस्त कार्यों की जननी मानी जाती है इसलिए उसकी लागत का अनुमान होना जरूरी है।

1.2.26 वैल्डन प्रक्रमों का वर्गीकरण

वैल्डन प्रक्रमों को मुख्यत: दो निम्न भागों में विभाजित किया गया है—

1. फोर्ज वैल्डिंग (Forge Welding)—फोर्ज वैल्डन प्रक्रम में जोड़े जाने वाले दोनों कार्य- खण्ड़ों की सतहों को पिघलाकर हथौडे की सहायता से जोड़ा जाता है।

2. संगलन वैल्डिंग (Fusion Welding)—इस प्रक्रम में मूलत: निम्न तीन वैल्डिंग प्रक्रिया आती हैं गैस वैल्डिंग, विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग एवं विद्युत आर्क वैल्डिंग इन सभी विधियों का विस्तारपूर्वक सचित्र वर्णन पूर्व में भली-भाँति किया गया है। यहाँ पर हम इन विधियों में आने वाली लागत के आगणन का अध्ययन करेंगे।

1.2.27 गैस वैल्डिंग में आने वाली लागत की गणना (Estimation of Cost in Gas Welding)

गैस वैल्डिंग प्रक्रमों की श्रेणी में ऑक्सी एसिटिलीन, मिथेन, प्लाजमा आर्क वैल्डिंग, हाइड्रोजन गैस वैल्डिंग, टिग, मिग इत्यादि आती है। इन सभी विधियों में गैसों की सहायता से कार्यखण्डों को उनकी प्लास्टिक अवस्था तक लाकर पूरक पदार्थ की सहायता से जोड़ लगाने का कार्य सम्पन्न किया जाता है। इन विधियों में आने वाली लागत की गणना पूरक पदार्थ, गैसों की मात्रा, बैस मैटल इत्यादि की कीमत के आधार पर की जा सकती है। नीचे दी गयी सारणी में प्लेटों की विभिन्न मोटाई हेतु आने वाली लागत का विवरण दिया गया है—

S. No.	प्लेट की मोटाई (mm)	गैस का खर्च (m^3/hr)	पूरक छड़ का व्यास (mm)	गैप (mm)	वैल्डन दर m+/hr	पूरक छड़ का खर्च (मी० प्रति मिनट वैल्डन)
1.	1	0·04	1·5	1·5	8	1·25
2.	2	0·10	1·5	1·5	6	2·00
3.	3	0·20	3·0	1·5	5	3·00
4.	4	0·28	3·0	2·25	5	
5.	5	0·45	3·0	2·25	4·50	
6.	6	0·65	3·0	3·00	3·00	
7.	8	0·80	4·5	4·00	2·50	
8.	10	1·10	4·5	3·00	1·50	
9.	12	1·50	6·5	3·00	1·00	
10.	15	1·75	6·5	3·00	0·75	

1.2.28 गणना के प्रमुख घटक (Main component of Calculation)

वैल्डन लागत की गणना करते समय निम्नलिखित मुख्य घटकों को ध्यान में रखना चाहिये—

(1) ऑक्सी-एसिटिलीन वैल्डिंग विधि में वायुमण्डलीय दाब 1 m^3 ऑक्सीजन का द्रव्यमान 1·45 kg होता है।

(2) एसिटीलीन का भार लगभग 1·2 kg होता है।

(3) पूरक पदार्थों की गणना करते समय उसकी लम्बाई का 8 से 10 % अतिरिक्त जोड़ देना चाहिये।

(4) गणना द्वारा प्राप्त कुल समय मे 30%–40% अतिरिक्त समय जोड़ लेना चाहिये।

1.2.29 श्रमिक की मजदूरी की गणना (Calculation of Labour Cost)

उपरोक्त सभी अव्यवों को ध्यान में रखने के बावजूद भी कभी-कभी समय ज्यादा भी लग सकता है। समय बढने के साथ ही साथ मजदूरी भी बढ़ जाती है। मजदूरी का मापन नीचे दी गयी सारणी के अनुसार किया जाता है—

S. No.	प्लेट की मोटाई (mm)	इलैक्ट्रोड न०	प्रति मी० वैल्डिंग कार्य में लगने वाला समय (Minutes)	इलैक्ट्रोड की ल० (m+) प्रति मी०	एक मीटर में खर्च होने वाली ऊर्जा खपत (KWH)
1.	3	10	8	0·60	1·3
2.	6	8	18	0·90	2·0
3.	12·5	6	23	1·5	3·4
4.	20	4	50	2·4	5·0
5.	25	4	65	3·0	6·25

1.2.30 विद्युत आर्क वैल्डिंग लागत की गणना
(Calculation For Cost Estimation in Electric Arc Welding)

विद्युत आर्क वैल्डिंग में आने वाले खर्च की गणना प्राय: विद्युत स्रोत, बैस मैटल, जल, इलैक्ट्रोड की खपत इत्यादि प्रमुख घटकों के आधार पर सफलतापूर्वक की जा सकती है। उपरोक्त वर्णित सारणी में इसका स्पष्ट नमूना दिया गया है। विद्युत आर्क विधि हेतु निम्न घटकों को ध्यान में रखना चाहिये—

(1) इलैक्ट्रोड्स की संख्या की गणना प्रति इलैक्ट्रोड की लम्बाई ज्ञात की जा सकती है। गणना की गयी लम्बाई में 15%–20% अतिरिक्त लम्बाई जोड़कर कुल लम्बाई का आकलन किया जा सकता है। इस प्रकार वाष्पीकृत इलैक्ट्रोड एवं शेष व्यर्थ इलैक्ट्रोड दोनों ही आ जाते हैं।

(2) मजदूरी में लगभग 30%–40% तक की खपत अवश्य जोड़ लेनी चाहिये क्योंकि यह एक थकाने वाली प्रक्रिया है, आर्क का सीधा प्रभाव आँखों पर पड़ता है।

1.2.31 विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग में लागत की गणना
(Cost Estimation for electric resistance welding)

विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग के कार्य सिद्धान्त से स्पष्ट है कि $H \propto I^2RT$ उत्पन्न ऊष्मा मुख्य स्रोत है एवं ऊष्मा की उत्पत्ति पावर स्रोतों से होती है। इस प्रकार प्रतिरोध वैल्डिंग की गणना हेतु ऊष्मा में होने वाला व्यय जल, मजदूरी, इलैक्ट्रोड लम्बाई इत्यादि को ध्यान में रखना चाहिये।

1.2.32 गैस कर्तन विधि में लगने वाली लागत की गणना (Cost Estimation in Gas Cutting)

गैसों का प्रयोग कर कार्यखण्डों को दो भागों में विभक्त भी किया जा सकता है। इसे गैस कटिंग कहा जाता है। इस प्रक्रम में आने वाली लागत की गणना ऑक्सीजन की मात्रा के आधार पर की जाती है। कटिंग कार्य हेतु ऑक्सी एसीटिलीन गैसों के मिश्रण का प्रयोग किया जाता है। ऑक्सीजन अधिक मात्रा में खर्च होती है। इस प्रक्रम में लागत की गणना प्राय: बैस पदार्थ, समय, गैसों के उपयोग, मजदूरी इत्यादि के आधार पर की जाती है। नीचे दी गयी सारणी में गैस कर्तन प्रक्रम की गणना को दर्शाया गया है—

S. No.	प्लेट की मोटाई (mm)	कटाई की गति (मी०/घंटा)	गैस खर्च (मी०/ घंटा)	
			ऑक्सीजन	एसीटिलीन
1.	5	20–30	0·9–2·2	0·15–0·20
2.	10	15–25	1·25–2·4	0·19–0·25
3.	15	14–22	3·3–4·0	0·33–0·42
4.	25	9–18	3·5–4·5	0·36–0·45
5.	50	9–13	5·6–6·5	0·45–0·56
6.	75	9–12	6·3–8·2	0·46–0·71

परिचालन गुणांक (Operating Factor)—यह गुणांक लागत की गणना में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। परिचालन गुणांक वास्तविक वैल्डन समय तथा कुल समय दोनों का अनुपात होता है। कुल समय वैल्डिंग प्रक्रम में लगने वाला समय एवं इलैक्ट्रोड बदलने, सिलेंडर बदलने आदि में लगने वाले समय (डाउन समय Down Time) दोनों का योग होता है।

$$\text{प्रतिशत परिचालन गुणांक} = \frac{\text{वास्तविक वैल्डन का समय}}{\text{कुल समय}} \times 100$$

$$\text{कुल समय} = \text{वास्तविक वैल्डिंग समय} + \text{डाउन समय}$$

$$\text{अर्थात् प्रतिशत परिचालन गुणांक} = \frac{\text{वास्तविक वैल्डन समय}}{(\text{वास्तविक वैल्डन समय} + \text{डाउन समय})} \times 100$$

1.2.33 वैल्डन लागत (Welding cost)

वैल्डन लागत प्राय: वैल्डन पदार्थ की लागत, श्रमिक लागत (मजदूरी), ऊपरीव्यय (Overheads) इत्यादि घटकों पर निर्भर करती है। इनका विस्तृत वर्णन निम्नवत् है—

1. वैल्डन पदार्थ की लागत (Cost of Welding Materials)—इसके अन्तर्गत बैस पदार्थों की लागत, इलैक्ट्रोडस की लागत, गैस, विद्युत, पूरक पदार्थ, फ्लक्स इत्यादि में आने वाली लागत की गणना की जाती है।

2. श्रम लागत (मजदूरी) (Labour cost)—इसके अन्तर्गत वैल्ड तैयारी में आने वाली लागत, वैल्डन श्रम लागत, फिनिशिंग व्यय इत्यादि की गणना की जाती है।

(i) वैल्डन तैयारी में आने वाली लागत (Prepration cost)—वैल्डनों को जोड़ने से पूर्व उनके सिरों को तैयार करना, साफ-सफाई करना, कोर सज्जा इत्यादि करना पड़ता है। अर्थात् इन सभी कार्यों में आने वाले व्ययों को इस श्रेणी में डाला गया है।

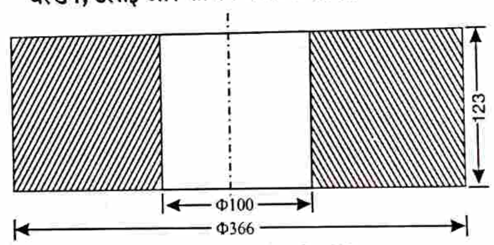
(ii) श्रम लागत (मजदूरी) (Labour Cost)—श्रम लागत के अन्तर्गत वैल्डन प्रक्रम में लगने वाले समय की गणना कर उसे श्रम दर से गुणा कर मजदूरी की गणना की जा सकती है।

(iii) फिनिशिंग लागत (Finishing cost)—वैल्डिंग का कार्य समाप्त होने के पश्चात् उनमें आये दोषों इत्यादि को दूर कर परिष्कृत अवस्था में लाने में आने वाला व्यय फिनिशिंग लागत कहलाती है।

3. ऊपरीव्यय (Overheads)—यह वैल्डन लागत का महत्वपूर्ण अंग है। ऊपरीव्यय से तात्पर्य वैल्डन में प्रयुक्त होने वाले औजार, मशीनें, उपस्करों इत्यादि में होने वाला खर्चा, उनके रखरखाव का व्यय, विद्युत व्यय, ऑफिस स्टेशनरी व्यय, डाकघर का खर्च, ऑफिस रखरखाव का खर्च इत्यादि सभी आते है।

उदाहरण 1. चित्र 1 में प्रदर्शित एक गियर ब्लैंक की फोर्जिंग का भार ज्ञात कीजिये। फोर्जिंग क्रोमियम इस्पात की बनी है जिसका विशिष्ट भार $7 \cdot 85 \, g/cm^3$ है।

वेल्डन, ढलाई और फोर्जन कार्य में लागत का आगणन



चित्र 94 : गियर ब्लैंक की फोर्जिंग

हल—चित्र 1 के अनुसार, फोर्जिंग का आयतन

$$V_{forge} = \left(\frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}\right) H \text{ cm}^3$$

जहाँ D = फोर्जिंग का बाह्य व्यास = 36·6 cm

H = फोर्जिंग (गियर ब्लैंक) की ऊँचाई = 12·3 cm

d = गियर ब्लैंक के छिद्र का व्यास = 10·0 cm

सूत्र में इन चिन्हों के मान लगाने पर, फोर्जिंग का आयतन V_{froge} निम्न प्रकार होगा—

$$V_{forge} = \left(\frac{3 \cdot 14 \times 36 \cdot 6^2}{4} - \frac{3 \cdot 14 \times 10^2}{4}\right) 12 \cdot 3$$

$$= 11968 \cdot 0 \text{ cm}^3$$

अब फोर्जिंग का भार निम्न प्रकार होगा—

$$W_{forge} = V_{forge} \times g \text{ kg}$$

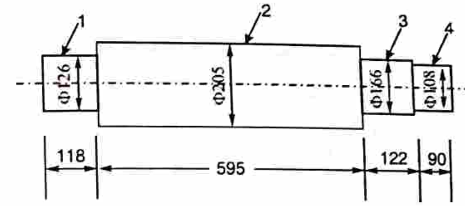
जहाँ; g = धातु(इस्पात)का विशिष्ट भार = $7 \cdot 85 \, g/cm^3$

उपरोक्त में मान रखने पर,

$$W_{forge} = \frac{11968 \cdot 0 \times 7 \cdot 85}{1000} = 93 \cdot 94$$

$$= \mathbf{94 \text{ kg}}$$

उदाहरण 2. चित्र 2 में प्रदर्शित एक शाफ्ट फोर्जिंग का भार ज्ञात कीजिये। फोर्जिंग क्रोमियम इस्पात की बनी है, जिसका विशिष्ट भार $7 \cdot 85 \, g/cm^3$ है।



चित्र 95 : शाफ्ट की फोर्जिंग

हल—चित्र के अनुसार फोर्जिंग को चार भागों में विभाजित करिये—

1. एक सिलिण्डर जिसकी लम्बाई $l_1 = 11 \cdot 8$ cm, तथा
   व्यास $D_1 = 12 \cdot 6$ cm
2. एक सिलिण्डर जिसकी लम्बाई $l_2 = 59 \cdot 5$ cm, तथा
   व्यास $D_2 = 20 \cdot 5$ cm
3. एक सिलिण्डर जिसकी लम्बाई $l_3 = 12 \cdot 2$ cm, तथा
   व्यास $D_3 = 16 \cdot 6$ cm
4. एक सिलिण्डर जिसकी लम्बाई $l_4 = 9 \cdot 0$ cm, तथा
   व्यास $D_4 = 10 \cdot 8$ cm

फोर्जिंग का कुल आयतन (V_{forge}) उसके चार भागों के आयतन के योग के बराबर होगा। इस प्रकार,

$$V_{forge} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \text{ cm}^3$$

पहले भाग का आयतन,

$$V_1 = \left(\frac{\pi D_1^2}{4} l_1\right) = \frac{3 \cdot 14 \times 12 \cdot 6^2}{4} \times 11 \cdot 8$$

$$= 1470 \cdot 5 \text{ cm}^3$$

दूसरे भाग का आयतन,

$$V_2 = \left(\frac{\pi D_2^2}{4} l_2\right) = \frac{3 \cdot 14 \times 20 \cdot 5^2}{4} \times 59 \cdot 5$$

$$= 19629 \text{ cm}^3$$

तीसरे भाग का आयतन,

$$V_3 = \left(\frac{\pi D_3^2}{4} l_3\right) = \frac{3 \cdot 14 \times 16 \cdot 6^2}{4} \times 12 \cdot 2$$

$$= 2639 \text{ cm}^3$$

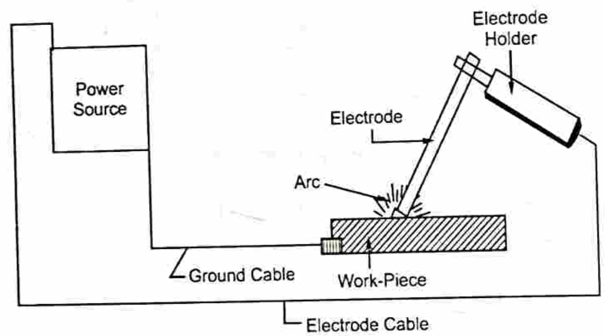
चौथे भाग का आयतन,

$$V_4 = \left(\frac{\pi D_4^2}{4} l_4\right) = \frac{3 \cdot 14 \times 18 \cdot 8^2}{4} \times 9$$

$$= 824 \cdot 5 \text{ cm}^2$$

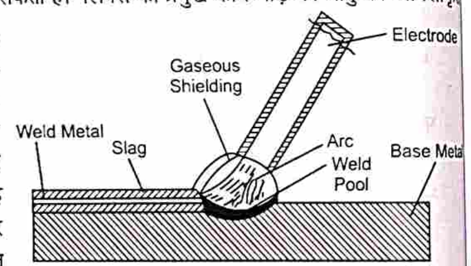
1.3.1 आर्क वैल्ड़िग (Electric Arc Welding)

परिचय—आर्क वैल्डिंग प्रक्रम सर्वाधिक प्रयोग में लाया जाने वाला प्रक्रम है। इस प्रक्रम में एक वैल्डिंग मशीन का प्रयोग किया जाता है। जिसका A.C अथवा D.C शक्ति स्रोत (Power Source) दोनों के ही द्वारा किया जा सकता है। इलैक्ट्रोड पर एक फ्लक्स (Flux) की कोटिंग चढ़ी रहती है। यह इलैक्ट्रोड ही फिलर धातु का कार्य करती है। इस प्रक्रम में



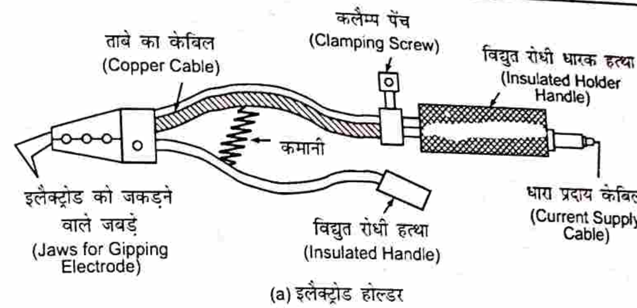
चित्र 96 : Electric Arc Welding Circuit Diagram

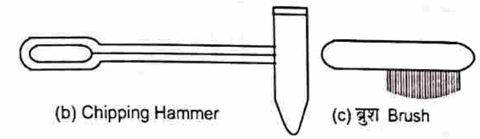
कोटिड व नॉन कोटिड दोनों ही इलैक्ट्रोड का प्रयोग किया जा सकता है। फ्लक्स का प्रमुख कार्य बीड़ की धातु को आक्सीकृत होने से बचाने का होता है। शक्ति स्रोत को इलैक्ट्रोड, इलैक्ट्रोड होल्ड़र, कार्यखण्डों एवं अर्थिंग क्लैम्पों इत्यादि से जोड़ा जाता है। विद्युत प्रवाह प्रारम्भ करने के पश्चात् इलैक्ट्रोड को कार्यखण्डों से स्पर्श कराने के पश्चात् आर्क उत्पन्न होता है। यहीं आर्क आगे की क्रिया को पूर्ण कराने में सहायक होता है। आर्क द्वारा इतनी अधिक ऊष्मा उत्पन्न होती है कि वह कार्यखण्डों में निर्मित मोल्टन पूल (Molten Pool) में आकर गिर जाती है। जिस कारण बैस मैटल एवं फिलर मैटल (Filler Metal) दोनों पिघलने के पश्चात् आपस में मिल जाते हैं। वैल्ड मैंटल ठण्डा होने के पश्चात् एक जोड़ या संधि का निर्माण करता है। दिये गये चित्र (13) एवं चित्र (14) इलैक्ट्रिक आर्क वैल्डिंग प्रक्रम का परिपथ आरेख एवं क्रियाविधि को प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 97 : Electric Arc Welding

आर्क वैल्डिंग उपस्कर (Arc Welding Tools)—नीचे दिये गये चित्र (15 a & b & c) में वैल्डिंग उपस्करों को प्रदर्शित किया गया है। सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण उपस्कर होता है इलैक्ट्रोड होल्ड़र (Electrode Holder) जिसका कार्य इलैक्ट्रोड को पकड़ने का होता है। इसके हत्थे (Handle) पर एक विद्युतरोधी पदार्थ की परत चढ़ी रहती है। जबड़ों को संचालित करने हेतु स्प्रिंग लगायी जाती है ताकि वह आसानी से खुल सके व बंद हो सके। जबड़ों का निर्माण प्रायः उन धातुओं से किया जाता है जिनकी विद्युत संवाहकता (Conductivity) अधिक हो एवं उच्च तापसह हो। एक जबड़े को विद्युत स्रोत से जोड़ दिया जाता है। जबड़े को स्रोत द्वारा जोड़ने हेतु केबिल का प्रयोग किया जाता है। केबिल प्रायः ताँबे या एल्यूमीनियम के तारों को एकत्र कर उन पर विद्युतरोधी पदार्थ का लेप कर बनायी जाती हैं। Lugs की सहायता से केबिल को होल्ड़र्स से जोड़ा जाता है। केबिल में निम्न गुण होने चाहिए वह लचीली हो, प्रत्यास्थ हो, जलरोधी हो, टिकाऊ एवं चीमड़ (Tough) हो। चिपिंग हैमर (Chipping Hamer) का प्रयोग कर वैल्ड़ों पर जमी ऑक्साइड़ परतों को तोड़ा जाता है। परत टूटने के बाद छिलन को हटाने हेतु एक ब्रुश की सहायता से साफ कर लिया जाता है। ब्रुश प्रायः लोहे के तारों के गुच्छों को एकत्र कर बनाया जाता है। अन्य कुछ यन्त्रों का वर्णन जैसे गोगल्स, एप्रैन, शील्ड़, इत्यादि का वर्णन पूर्ववत भी किया जाता है।





चित्र 98 : वेल्डन उपस्कर

A.C एवं D.C. पावर स्त्रोत में तुलना (Comparision between A.C. & D.C. Power Sources)—प्रायः A.C. एवं D.C. पावर स्त्रोतो में निम्न महत्त्वपूर्ण अन्तर पाये जाते हैं—

(i) A.C. पावर स्त्रोतों का आर्क D.C. से कम स्थायी होता है।

(ii) A.C स्त्रोतों में आर्क ब्लों (Arc Blow) का गुणदोष उत्पन्न नहीं होता है। D.C. स्त्रोतों के संबंध में यह घटना अधिक घटित होती है क्योंकि इनको नियंत्रित करना अत्यंत कठिन होता है।

(iii) D.C. आर्क वैल्डिंग में किसी भी प्रकार के इलैक्ट्रोड का प्रयोग किया जा सकता है परन्तु A.C. स्त्रोतों के संबंध में ऐसा नहीं होता है।

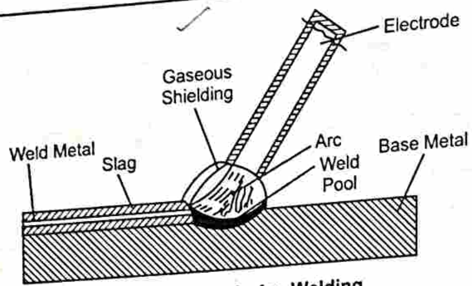
(iv) A.C. स्त्रोतों हेतु अधिकांशतः ट्राँसफार्मरस् का प्रयोग किया जाता है जबकि D.C. स्त्रोत हेतु मोटर जनित्र सैटों को प्रयोग में लाया जाता है।

(v) A.C. ट्राँसफार्मर में चलने वाले पार्ट्स कम ही होते हैं जिस वजह से यह कम खराब होती है इसके विपरीत D.C. मोटर जनित्र में चलने वाले पार्ट्स अधिक होते हैं जो कि जल्द ही खराब हो जाते हैं।

(vii) A.C. में ध्रुव परिवर्तन होने के कारण ऊष्मा वितरण समान रूप से होता है जबकि D.C. में दोनों ध्रुवों पर ऊष्मा वितरण एक समान नहीं रह पाता है।

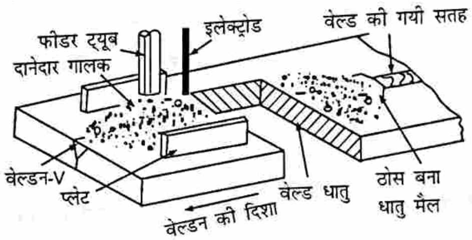
1.3.2 कुछ प्रमुख आर्क वैल्डन प्रक्रम (Some Important Arc Welding Process)

(i) हस्तचालित धात्विक आर्क वैल्ड़िग (Manual Metallic Arc Welding)—यह प्रक्रम फलक्स कोटेड़ इलैक्ट्रोड स की सहायता से पूर्ण होता है। जैसा कि नाम द्वारा ही विदित होता है यह एक प्रकार की हस्त वैल्डिंग प्रक्रम है। कार्यखण्ड को पिघलाने का कार्य इलैक्ट्रिक आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा द्वारा पूर्ण होता है। आर्क का निर्माण जॉब एवं इलैक्ट्रोड में विद्युत धारा प्रवाहित कर किया जाता है। बेस मैटल एवं फिलर मैटल पिघलने के पश्चात् आपस में मिल जाते हैं। जिससे कि वैल्ड़ मैटल का निर्माण होता है। यह वैल्ड़ मैटल ठण्ड़ा होने के पश्चात् एक प्रभावी, स्थायी, मजबूत जोड़ का निर्माण करता है। यह प्रक्रम दोनों A.C व D.C. पावर स्त्रोतों की सहायता से किया जा सकता है। इलैक्ट्रोड को जब कार्यखण्ड के समीप लाया जाता है तो उनके बीच का वायु कॉलम ऑयनाइज़्ड़ (Ionized) होकर इलेक्ट्रॉन को इस कॉलम से पास करा देता है जो कि आगे चलकर आर्क बनाता है। उत्पन्न आर्क का तापमान लगभग 3600°C से 4000°C के मध्य



चित्र 99 : Electric Arc Welding

रहता है। फ्लक्स पिघलकर कार्यखण्ड में मिलने के पश्चात् वैल्ड़ बीड़ को वायुमण्डल में आक्सीकृत होने से भी बचाव करता है। वैल्ड़ मैटल के ठण्डे हो जाने पर फ्लक्स भी बीड़ के ऊपर एकत्र हो जाता है। जिस कारण वैल्ड बीड़ के चारों तरफ एक शील्ड़ का निर्माण हो जाता है। जिसकी वजह से इसे शील्डेड आर्क वैल्डिंग भी कह सकते हैं।



चित्र 100 : निमग्न आर्क वेल्डन

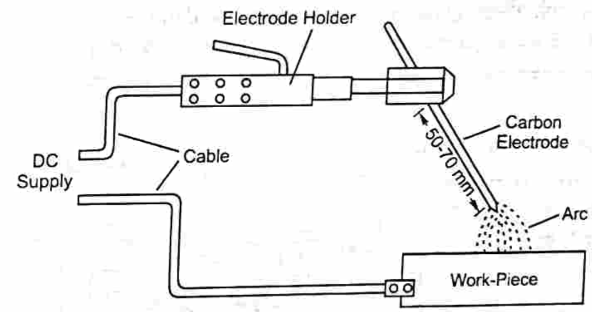
(ii) निगमन आर्क वैल्डिंग (Sub Merged Arc Welding)—इस प्रक्रम में बेयर इलैक्ट्रोड या कोटिंग रहित इलैक्ट्रोडों का प्रयोग किया जाता है। गालक या फलक्स की एक परत कार्यखण्डों के ऊपर बिछा दी जाती है। आर्क का निर्माण फलक्स पाउड़र के नीचे होता है। प्रयुक्त फलक्स प्राय: दानेदार पाउड़र (Granular Powder) की अवस्था में होता है। यह एक प्रकार का स्वचालित (Automatic) प्रक्रम होता है। इस प्रक्रम में यांत्रिक विधियों द्वारा उपयोग होने वाले इलैक्ट्रोड का प्रभरण स्वचालित ढ्ग से करते हैं। इस प्रक्रम का उपयोग कुंद जोड़ (Butt Joints) बनाने में अधिक किया जाता है। इसके द्वारा प्राय: दो सपाट, मोटी, चादरों को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है। इस प्रक्रम में अधिकांशत: D.C. शक्ति स्त्रोत का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रम में लगभग 300 amp – 400 amp तक की धारा प्रवाहित करनी पड़ती है। इसके द्वारा उच्च एवं निम्न दोनों मिश्रित कार्बन इस्पातों, लौह, अलौह इत्यादि दोनों को जोड़ा जा सकता है। इस प्रक्रम का सचित्र वर्णन दिये गये चित्र में किया गया है।

(iii) कार्बन आर्क वैल्डिंग (Carbon Arc Welding)— इस प्रक्रम का सचित्र वर्णन नीचे दिय गये चित्र में किया गया है। इस प्रक्रम में जॉब या कार्यखण्ड़ों को धनोद (Anode) एवं इलैक्ट्रोड को ऋणोद (Cathode) द्वारा जोड़ते हुये D.C. पावर स्त्रोत दिया जाता है। आर्क निर्माण होने के पश्चात पूरक या फिलर धातु जोड़ के मध्य भाग में भर जाती है। आर्क का निर्माण लगभग 40 volt D.C. स्त्रोत या 30 volt A.C. स्त्रोत पर होता है। परन्तु यह प्रक्रम D.C. स्त्रोत के साथ ही लाभकारी सिद्ध होता है। आर्क का निर्माण दो कार्बन इलैक्ट्रोड के मध्य भी किया जा सकता है किन्तु इस विधि में आर्क की लंबाई लगभग 12 mm से लेकर 50 mm तक रहती है।

कार्बन इलैक्ट्रोड प्रज्वलित होने के पश्चात् आर्क के चारों तरफ गैसों के एक सुरक्षात्मक कवच का निर्माण कर देते हैं। पिघली धातु में कार्बन के कण भी मिल जाते हैं जिस कारण वैल्ड़ों में संरन्ध्र (Porus) एवं भंगुरता का दोष उत्पन्न हो जाते हैं

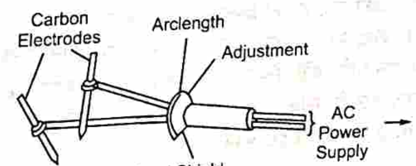
किन्तु इसके द्वारा ढलजो (Mould) के ब्लोछिद्रों को सरलतापूर्वक भरा जा सकता है। इस प्रक्रम द्वारा इस्पात की चादर, की मिश्र धातु, एल्युमीनियम, ब्रॉन्ज एवं पीतल इत्यादि को जोड़ा जा सकता है। प्राय: ग्रेफाइट इलैक्ट्रोडों का प्रयोग किया है क्योंकि इनकी औसत आयु अन्य की अपेक्षा अधिक रहती है। कार्बन आर्क वैल्डिंग प्रक्रम निम्न दो प्रकार की होती है—

(a) सिंगल इलैक्ट्रोड कार्बन आर्क वैल्डिंग (Single Electrode Carbon Arc Welding)—नीचे गये चित्र में इस प्रक्रम को दर्शाया गया है। आर्क का निर्माण कार्यखण्ड़ एवं इलैक्ट्रोड के मध्य होता है। इलैक्ट्रोड क्षरण बनाने हेतु प्राय: D.C. पावर स्त्रोत की स्ट्रेट पोलेरिटी (Straight Polarity) का प्रयोग किया जाता है। आर्क की ल लगभग 30 mm तक रखी जाती है ताकि कार्बन की मात्रा को नियंत्रित रखा जा सके। वैल्डिंग के स्थान पर धातु पिघल पश्चात् एक वैल्ड़ पूल का निर्माण कर देती है। तब इलैक्ट्रोड को अग्रेसित किया जाता है। वैल्ड पूल में फिलर मैटल मिलाने हेतु फिलर रॉड का प्रयोग किया जाता है। धारा प्रवाह का चयन इलैक्ट्रोड व्यास पर निर्भर करता है। प्राय: हम 3,6 mm व्यास के इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करते हैं। जिनके सापेक्ष धारा प्रवाह 25,70,125 Amp तक होती है। वैल्ड मैटल गैसों के वायुमण्डलीय प्रभाव से बचाने हेतु आर्गन, हिलीयम, नाइट्रोजन इत्यादि गैसों की शील्ड् का प्रयोग किया जाता है। इ द्वारा पतले कार्यखण्ड़ों को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।



चित्र 101 : Single Electrode Carbon Arc Wedling

(b) ट्यूविन इलैक्ट्रोड कार्बन आर्क वैल्डिंग (Twin Electrode Carbon Arc Welding)—नीचे दिये गये चित्र में एक ट्विन इलैक्ट्रोड होल्ड़र को दर्शाया गया है। इस प्रक्रम में आर्क का निर्माण दोनों इलैक्ट्रोडों की सहायता से होता है। इनके ताप के द्वारा कार्यखण्ड़ों को पिघलाया जाता है। आर्क की लम्बाई प्राय: इलैक्ट्रोड व्यास पर निर्भर करती है। दोनों इलैक्ट्रोडों का क्षरण समान रूप से होता है। इस प्रक्रम में अधिकांशत: A.C शक्ति स्त्रोत प्रयोग होता है। क्योंकि D.C शक्ति स्त्रोत उपयोग करने पर धनोद इलैक्ट्रोड का क्षरण तीव्रता से होता है जिस कारण दोनों इलैक्टोडों की लंबाई असमान हो जाती है। कार्यखण्ड़ का संबंध इलैक्ट्रिक सर्किट (परिपथ) से नहीं रहता है।

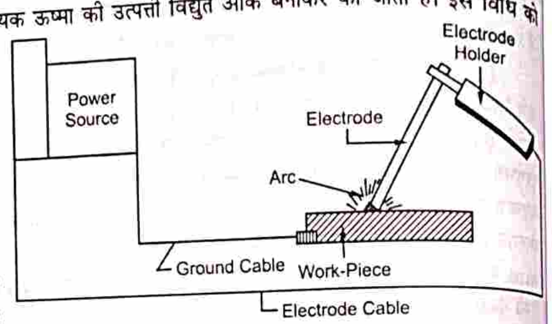


चित्र 102 : Twin Electrode Holder for Carbon Arc Welding

1.3.3 आर्क वैल्डिंग (Arc Welding)

इस विधि में मैटल के फ्यूजन के लिए आवश्यक ऊष्मा की उत्पत्ती विद्युत आर्क बनाकर की जाती है। इस विधि को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा गया है—

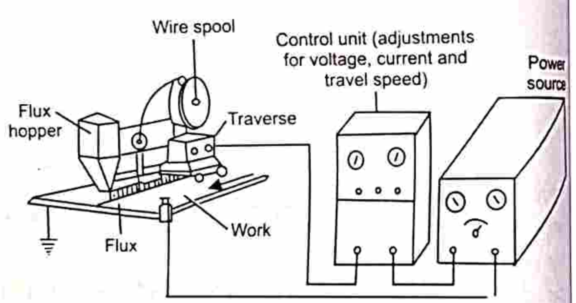
(i) मैटल आर्क वैल्डिंग (MAW OR Metal Arc Welding)—इस प्रक्रिया में आर्क का निर्माण कार्य खण्ड तथा फिलर रॉड या इलैक्ट्रोड के मध्य बनाया जाता है। कार्यखण्ड की वैल्ड होने वाली सतह तथा फिलर रॉड दोनों पिघलाकर परस्पर मिलाकर ठंडा करने पर जोड़ का निर्माण होता है। आर्क का तापमान लगभग 5000°C तक पहुँच जाता है। कार्यखण्ड या जॉब व फिलर रॉड के मध्य आर्क बनाने की निम्नलिखित विधियाँ होती है—



चित्र 103 : Manual Metal Arc Welding

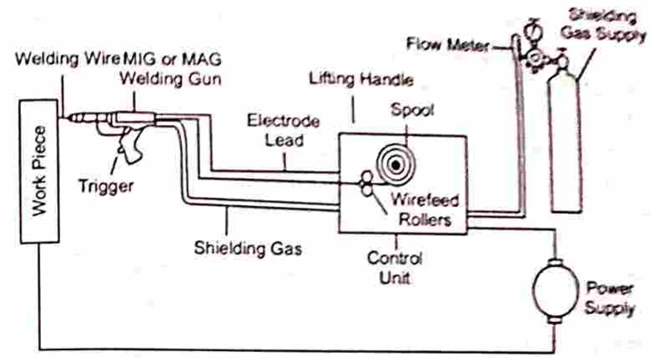
(a) मैनुअल मैटल आर्क वैल्डिंग (Manual Metal Arc Welding)—यह आर्क निर्माण करने की सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाले विधियों में से एक है। इस प्रक्रिया में फ्लक्स कोटेड इलैक्ट्रोड का प्रयोग करते हैं तथा पावर सप्लाई हेतु पावर ट्रांसफॉर्मर, जेनरेटर या रेक्टीफायर इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। यह प्रक्रिया सबसे आसान, सस्ता तथा मजबूत जोड़ प्रदान करने वाली होती है।

(b) सब्मर्जड आर्क वैल्डिंग (Sub-merged Arc Welding)— साधारण शब्दों में सब्जमर्जड का मतलब होता है डूबा हुआ। इस प्रक्रिया में आर्क पूर्ण रूप से फ्लक्स में डूबी रहती है। आर्क प्राय: इलैक्ट्रोड जो कि प्राय: कॉपर कोटेड होती है तथा बैस मैटल के मध्य बनता है। फ्लक्स को बैस मैटल पर बिछाने के लिये एक हॉपर का प्रयोग किया जाता है जिसके पीछे वैल्डिंग इलैक्ट्रोड बैस मैटल में फीड कर आर्क बनाकर आगे तक बढ़ाया जाता है। आर्क बनने के कारण इलैक्ट्रोड तथा बैस मैटल दोनों पिघल जाते हैं। यह एक प्रकार की सेमी ऑटोमैटिक प्रक्रिया है।



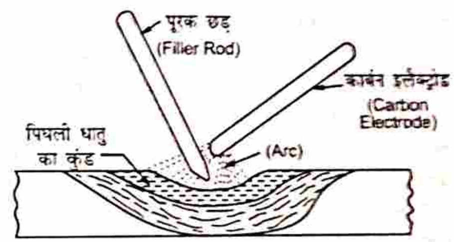
चित्र 104 : Sudmerged Arc Welding

1. मैटल आर्क गैस वैल्डिंग (MAG) तथा मैटल इनर्ट गैस वैल्डिंग (MIG)—मैटल आर्क गैस वैल्डिंग या मैटल इनर्ट गैस वैल्डिंग प्रक्रिया में जॉब तथा इलैक्ट्रोड के मध्य आर्क बनता है। आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा द्वारा वैल्डिंग मैटेरियल या पार्ट्स तथा इलैक्ट्रोड दोनों को पिघलाकर वैल्डिंग की प्रक्रिया पूर्ण की जाती है। इलैक्ट्रोड फ्लक्स कोटिंग रहित होते हैं। इनर्ट गैस जैसे कि हीलियम (He), आर्गन, आदि का एक कवच वैल्ड पूल के ऊपर बनाते हैं ताकि वैल्ड मैटल की क्रिया नाइट्रोजन तथा वायुमण्डलीय ऑक्सीजन से न होने पाये। यदि प्रक्रिया में निष्क्रिय गैसों का प्रयोग किया जाये तो यह प्रक्रिया मैटल इनर्ट गैस वैल्डिंग कहलाती है। यदि निष्क्रिय गैसों के स्थान पर किसी एक्टिव गैस जैसे कि कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) इत्यादि का प्रयोग किया जाये तो यह प्रक्रिया मैटल आर्क वैल्डिंग कहलाती है।



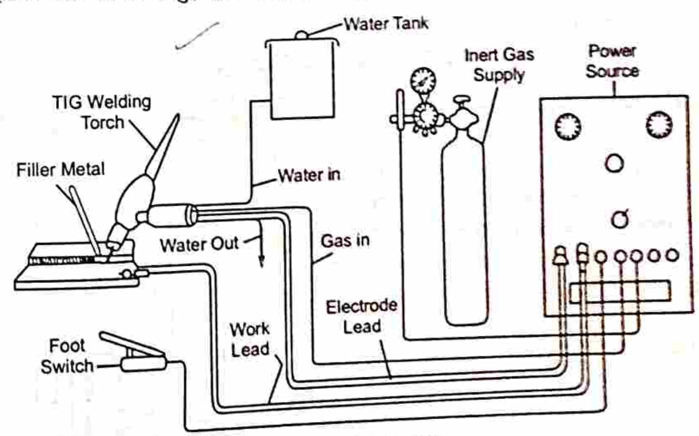
चित्र 105 : MIG or MAG Welding

2. कार्बन आर्क वैल्डिंग (Carbon Arc Welding)—कार्बन आर्क वैल्डिंग में कार्बन (ग्रेफाइट) के इलैक्ट्रोड का प्रयोग किया जाता है। इलैक्ट्रोड के कार्बन से निर्मित होने के कारण धारा घनत्व (current density) अधिक होती है। कार्बन इलैक्ट्रोड तथा कार्य-खण्ड के मध्य बने आर्क से उत्पन्न होने वाली ऊष्मा द्वारा धातु को पिघलाया जाता है। कभी-कभी जरूरत पड़ने पर एक फिलर रॉड का भी प्रयोग किया जा सकता है। इस प्रक्रिया में शील्डिंग हेतु किसी गैस की आवश्यकता नहीं होती है क्योंकि इलैक्ट्रोड द्वारा उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) द्वारा ही पर्याप्त मात्रा में शील्डिंग हो जाती है।



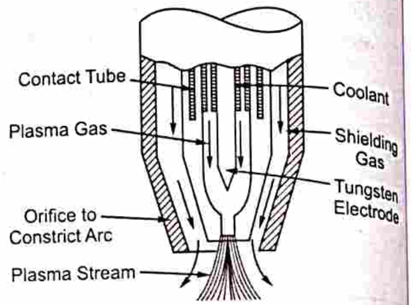
चित्र 106 : Carbon Arc Weldon

3. टंगस्टन इनर्ट गैस वैल्डिंग (TIG Welding)—टंगस्टन इनर्ट गैस वैल्डिंग वर्तमान से प्रयोग होने वाली सर्वाधिक प्रचलित प्रक्रिया है। इसकी खोज 1940 में हुई। इसके द्वारा सभी धातुओं को वैल्ड किया जा सकता है। इस प्रक्रिया में प्रयुक्त



चित्र 107 : TIG Welding

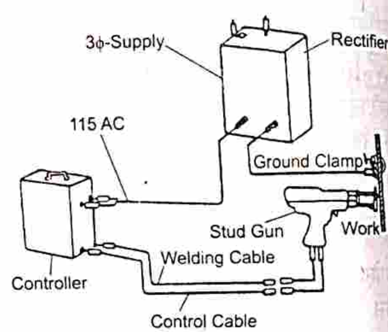
होने वाला इलैक्ट्रोड नॉन कन्ज्यूमेबिल (Non-consumable) होता है जो कि टंगस्टन धातु निर्मित होता है। इलैक्ट्रोड एक विशेष प्रकार के होल्डर में लगा रहता है जिसमें से इनर्ट गैस का लगातार प्रवाह होता रहता है। इलैक्ट्रोड होल्डर को ठंडा करने लिये कूलेन्ट के रूप में पानी का प्रयोग होता है।



चित्र 108 : Plasma Welding tools

4. प्लाज्मा आर्क वैल्डिंग (Plasma Arc Welding)—जब किसी गैस को इलैक्ट्रिक आर्क से गुजारा जाता है तो यह गैस अपने आयनों में टूट जाती है तथा इलैक्ट्रॉनों को छोड़ देती है। इस घटनाक्रम द्वारा प्राप्त इलैक्ट्रॉन गैस के आयनों तथा गैस के परमाणुओं का मिश्रण से उत्पन्न पदार्थ को ही प्लाज्मा कहा जाता है। इस प्रक्रिया में प्राय: दो इनर्ट गैसों का प्रयोग होता है एक तो प्लाज्मा आर्क बनाती है तथा दूसरी इस आर्क को सुरक्षित करने हेतु एक कवच प्रदान करती है। आवश्यकतानुसार फिलर का प्रयोग भी कर सकते हैं।

5. आर्क स्टड वैल्डिंग (Arc Stud Welding)—इस प्रक्रिया में आर्क की ऊष्मा द्वारा स्टड अथवा इसी प्रकार के पार्ट्स के सिरों को पिघलने वाली अवस्था तक गर्म किया जाता है जिससे बॉडी में एक वैल्ड पूल का निर्माण हो जाता है। इसी अवस्था में पार्ट्स को वैल्ड पूल में डूबा देते हैं। वैल्डपूल के मैटल का अनियमित प्रवाह रोकने के लिए तथा विशेष प्रकार का जोड़ बनाने के लिए एक सिरैमिक मैटल के बने फैरूल को स्टड या इस प्रकार के पार्ट्स के ऊपर लगाते हैं। स्टड वैल्डिंग के द्वारा स्टड, बोल्ट, रिविटें या इसी तरह के पार्ट्स को बड़ी मशीन को बॉडी पर आर्क बनाकर वैल्ड बनाया जाता है।

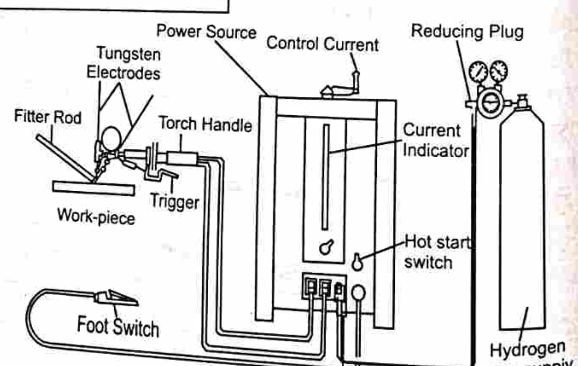


चित्र 109 : Arc Stud Welding

6. एटॉमिक या परमाणु हाइड्रोजन वैल्डिंग (Atomic Hydrogen Welding)—इस प्रक्रिया में दो टंगस्टन इलैक्ट्रोडों के मध्य आर्क बनाकर फ्यूजन हेतु आवश्यक ऊष्मा उत्पन्न की जाती है। यह ऊष्मा आर्क तथा परमाणु हाइड्रोजनों के आपस में टकराने से उत्पन्न होती है। हाइड्रोजन गैस ही वैल्ड मैटल के सुरक्षा कवच प्रदान करता है। दोनों इलैक्ट्रोडों के मध्य बने आर्क के ऊपर से हाइड्रोजन गैस पास करायी जाती है। हाइड्रोजन परमाणुओं का विखंडन हो जाता है जो कि निम्नलिखित रासायनिक क्रिया पर आधारित होती है।

$$H_2 = H + H - 100700 \text{ cals}$$

परमाणु हाइड्रोजन अस्थिर होती है जैसे ही यह हाइड्रोजन आर्क से निकलकर कार्य-खण्ड या जॉब की ठंडी सतह पर पड़ती है तो वह फिर से हाइड्रोजन अणु में परिवर्तित हो जाती है। सबसे पहले शोषित ऊष्मा बाहर निकल जाती है। शोषित ऊष्मा तथा आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा दोनों मिलकर ज्वाला (फ्लेम) का ताप बढ़ाकर लगभग 3730°C तक पहुँचा देती है।



चित्र 110 : Atomic Hydrogen Welding

1.3.4 वैल्डिंग उपकरण (Introduction)

किसी भी कार्य को प्रारंभ करने तथा पूर्ण करने के लिए उपकरण आवश्यक ही होते हैं। उपकरणों का विस्तृत ज्ञान तथा उपयोग ही उनकी चयन प्रक्रिया में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उपकरणों के बिना कार्य करना इस प्रकार है जैसे बिना हथियार युद्ध के मैदान के उतरना। उपकरणों का सही चयन ही किसी भी जॉब को सफल बनाने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है। किसी भी कार्य को सफलतापूर्वक समाप्त करने के लिये उसके विभिन्न घटकों जैसे उपकरण चयन, उत्पादन प्रक्रमों का चयन, श्रम इत्यादि है। उपकरणों को विभिन्न श्रेणियों जैसे कि आर्क बनाने वाले, इलैक्ट्रोड होल्डर, अर्थ क्लैम्प, वैल्डिंग टेबल, ग्लास, ग्लवस, शील्ड, कैबिल कनेक्टर इत्यादि।

आर्क जनित्र उपकरण—आर्क, वैल्डिंग प्रक्रमों में महत्त्वपूर्ण स्थान रखता है। आर्क वैल्डिंग में प्रयुक्त होने वाले महत्त्वपूर्ण उपकरणों का विस्तृत वर्णन निम्नवत् है—

(A) वैल्डिंग सैट (Welding Set)—विद्युत आर्क वैल्डिंग प्रक्रिया में सबसे महत्त्वपूर्ण कारक आर्क ही होता है। वांछित आर्क का निर्माण करने के लिए उचित मात्रा में वैद्युत धारा (current) तथा वोल्टेज की आवश्यकता पड़ती है। इस उद्देश्य को पूरा करने वाली मशीन को वैल्डिंग सैट कहा जाता है। वैद्युत धारा का प्रवाह दोनों तरह का हो सकता है (A.C करंट तथा दूसरा D.C करंट)। वर्तमान समय में प्रचलित वैल्डिंग सैट प्राय: तीन प्रकार के होते हैं डी०सी० जनरेटर सैट (D.C. generator set), ए०सी० ट्रॉसफार्मर सैट (AC Transformer Set) तथा ए०सी०/डी०सी० रैक्टीफायर सैट (A.C./D.C. rectifer set) जिनका विस्तृत वर्णन नीचे किया गया है—

(1) डी०सी० जेनरेटर सैट (D.C. Generator Set)—डी०सी० जेनरेटरों का प्रयोग विद्युत आर्क वैल्डिंग प्रक्रमों में धारा प्रवाह के लिये होता है। इसका उपयोग TIG (टंगस्टन इनर्ट गैस) वैल्डिंग तथा सब्मर्जड आर्क वैल्डिंग (SAW) में सामान्यत: किया जाता है। यह ए०सी० ट्रांसफॉर्मरों की तुलना में काफी महँगे होते हैं परन्तु कुछ विशेषताओं के कारण इनका प्रयोग किया जाता है। डी०सी० शक्ति स्रोत में धनात्मक पोल पर ऋणात्मक पोल की तुलना में लगभग दो गुना ऊष्मा पैदा होती है। जिसके कारण धनात्मक पोल पर स्थित इलैक्ट्रोड (Electrode) धनात्मक पोल पर स्थित इलैक्ट्रोड की तुलना में जल्द ही पिघल जाता है। डी०सी० जेनरेटर सैट प्रमुखत: दो भागों में बाँटे गये हैं—

(i) मोटर जेनरेटर सैट (Motor Generator Set)—इसमें एक डी०सी० जेनरेटर की सहायता से बिजली का मोटर चलाते हैं। इस मशीन में मोटर तथा जनरेटर दोनों को एक ही शाफ्ट पर फिक्स किया जाता है। इसके द्वारा उत्पन्न आर्क स्थायी होता है तथा वैल्ड बीड भी उच्च गुणवत्ता की बनती है। डी०सी० मोटर, जेनरेटर द्वारा दोनों मोटी व पतली सतहों को परस्पर जोड़ा जा सकता है। इस मशीन के प्रमुख भाग बॉडी, फील्ड कॉयल, काम्यूटेटर, आर्मेचर, विद्युत मोटर, पंखा, कन्ट्रोल पैनल इत्यादि हैं। इन प्रमुख पार्ट्स का वर्णन निम्नवत है—

(a) बॉडी (Body)—यह एक प्रकार का खोल होता है जो कि सभी पार्टस को ढकने का कार्य करता है एवं उन्हें अपने स्थान पर सुरक्षित कर मजबूती प्रदान करता है।

(b) विद्युत मोटर (Electric Motor)—विद्युत मोटर का प्रयोग डी०सी० जेनरेटर के आर्मेचर को घुमाने के लिये किया जाता है जो कि ए०सी० विद्युत धारा द्वारा संचालित की जाती है।

(c) आर्मेचर (Armature)—आर्मेचर प्राय: एक सेमीनेटिड बेलनाकार आकृति का होता है। यह अपने ऊपर लगे कंडक्टरों को चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाता है। जिस कारण विद्युत का उत्पादन होता है। यह प्राय: इलैक्ट्रिक मोटर से आपरेटिड शाफ्ट पर लगा होता है।

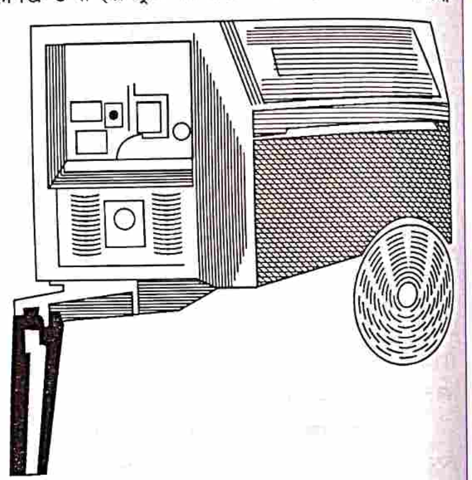
(d) काम्यूटेटर (Commutators)—यह ताँबे का बना छल्ले की आकृति का होता है तथा आर्मेचर के साथ ही शाफ्ट पर लगा होता है। यह डी०सी० उत्पादन का प्रमुख अवयय या स्रोत है। इस पर ही आर्मेचर के कंडक्टर लगे रहते है।

(e) पंखा (Fan)—पंखा शाफ्ट पर फिट होता है इसके द्वारा विभिन्न पार्ट्स को ठंडा किया जाता है। यह दोनों जेनरेटर व मोटर के पार्ट्स को ठंडा करता है।

(f) कन्ट्रोल पैनल (Control Pannel)—यह मशीन का सबसे महत्त्वपूर्ण भाग होता है जो जेनरेटर की बॉडी के ऊपर साइड में सभी भागों को नियंत्रित करने के लिये लगा रहता है।

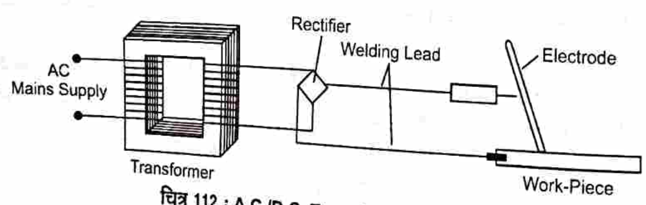
कार्य विधि (Working Principle)—इन मशीनों के आर्क का वोल्टेज 20 – 45 volt होता है तथा विद्युत धारा 200 Amp – 1000 Amp. के बीच होती है तथा ओपन सर्किट वोल्टेज लगभग 60 – 100 Volt के मध्य रहता है। कन्ट्रोल पैनल में स्टार्टर, पोलेरिटी स्विच, ऐम्पीयर मीटर, वोल्टमीटर तथा करंट कंट्रोलर लगे रहते हैं। स्टार्टर जो कि एक पुश बटन की तरह का होता है इसका उपयोग मशीन को चालू करने के लिये किया जाता है। पोलेरिटी स्विच का उपयोग इलैक्ट्रोड तथा कार्यखण्ड की पोलेरिटी बदलने के लिये किया जाता है। करंट कार्यखण्ड से इलैक्ट्रोड की तरफ बहता है। वोल्टमीटर तथा एम्पीयर मीटर का प्रयोग क्रमशः वोल्ट तथा करंट मापने के लिये किया जाता है।

(2) जेनरेटर सैट (Generator Set)—जेनरेटर सेट का प्रयोग उन स्थानों पर किया जाता है जहाँ पर विद्युत सप्लाई नियमित नहीं है। इस प्रक्रिया में डी०सी० जेनरेटर को बिजली की मोटर के बजाय डीजल इंजन द्वारा ऑपरेट किया जाता है। यह प्रायः महँगे होते हैं तथा इनकी प्रचालन लागत भी ज्यादा होती है। जेनरेटरों को सुचारू रूप से चलाने के लिए निम्न बातों पर ध्यान देना चाहिये जैसे कि जेनरेटर को शेड में रखना चाहिये, जेनरेटर प्रचालन पूर्व हवा के छिद्र साफ कर खोल देने चाहिये। कार्बन ब्रुशों को समय-समय पर जाँचते रहना चाहिये, बियरिंग इत्यादि को साफ रख ग्रीसिंग करते रहना चाहिये, अर्थिंग सही तरह से करनी चाहिये, फैन बेल्ट जाँचते रहना चाहिए, निश्चित समय पश्चात् इंजन का तेल बदलते रहना चाहिए, समय-समय पर इंजन को ठंडा रखने के लिए पानी डालते रहना चाहिए।



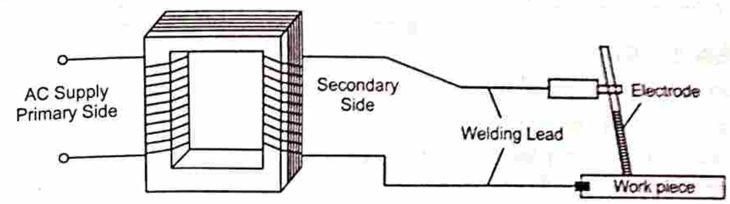
चित्र 111 : इंजन जेनरेटर सैट

(i) ए०सी० ट्रांसफॉर्मर (A.C Transformer)—इस प्रक्रिया में एक स्टैप डाउन ट्रांसफार्मर का प्रयोग किया जाता है जो प्रायः लाइन वोल्टेजों को कम कर करंट बढ़ा देता हैं ये सस्ते तथा काम्पैक्ट होते हैं। ट्रांसफार्मर में लगातार पोलेरिटी बदलने पर भी आर्क ब्लो (Arc Blow) का दोष नहीं आता है। सिंगल व थ्री फेज दोनों प्रकार के ही ए०सी० ट्रांसफार्मर का प्रयोग करते हैं। सिंगल फेज ट्रांसफार्मर हल्के कार्य में तथा थ्री फेज भारी कार्यों के लिये प्रयोग में लाये जाते हैं। ये प्रायः एयरकूल्ड व ऑयल कूल्ड होते हैं। आयल इस प्रक्रम में इनसुलेटर की तरह कार्य करता है। आउटपुट की धारा में जरूरत पड़ने पर कमी या बढ़ाने के लिए एक रेगुलेटिंग डिवाइस लगायी जाती है। ए०सी० ट्रांसफार्मर में करंट का कंट्रोल निम्न विधियों द्वारा किया जा सकता है—

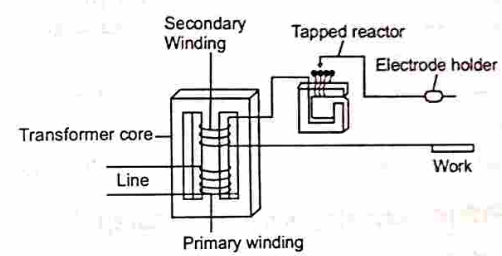


चित्र 112 : A.C./D.C. Transforer Rectifier

(a) प्लग पोजीशन बदलकर (By Changing Plug Position)—इस प्रक्रिया में द्वितीयक वाइंडिंग से कई टैपिंग निकालने के बाद उन्हें बॉडी में फिट सॉकिट्स से क्रमशः जोड़ दिया जाता है। सही करंट का चुनाव करने के पश्चात् इलैक्ट्रोडों को बॉडी में लगें सॉकिट से जोड़ दिया जाता है। (चित्र-113 & 114)



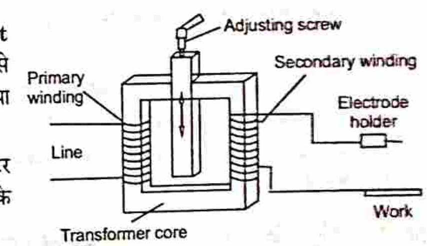
चित्र 113 : A. C. Transformer



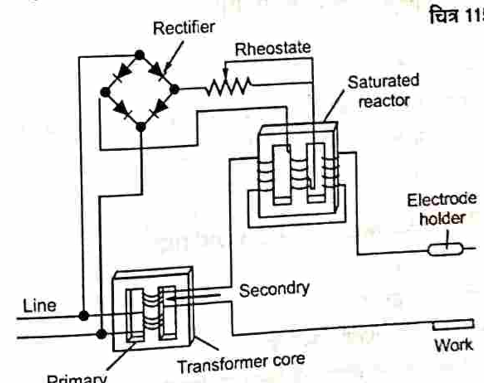
चित्र 114 : टैप्ड रिएक्टर

(b) मैग्नेटिक शंट कंट्रोल (Magnetic Shunt Control)—मैग्नेटिक शंट कंट्रोल विधि में द्वितीयक बाइंडिंग से मिलने वाले फ्लक्स को नियन्त्रित कर विद्युत को नियन्त्रित कर दिया जाता है एवं द्वितीयक फ्लक्स को बाईपास कर देते हैं। (चित्र-5)

(c) रिएक्टर कंट्रोल (Reactor Control)—रिएक्टर कंट्रोल में एक परिवर्तनशील वैल्डिंग लोड एवं द्वितीयक बांइडिंग के बीच फिट करके धारा प्रवाह को नियंत्रित करते हैं। (चित्र-6)

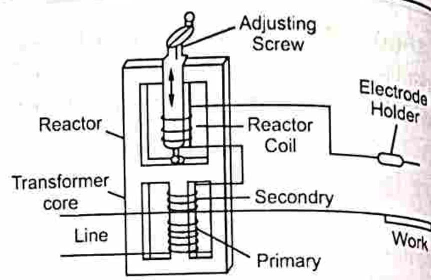


चित्र 115 : मूविंग रिएक्टर कोर



चित्र 116 : सैचुरेबल रिएक्टर

(d) आयरन को खिसकाकर (By Moving Iron Core)—आयरन कोर विधि में आयरन कोर को खिसकाते हैं एवं द्वितीयक कुंडली के बीच की दूरी को कम या ज्यादा कर धारा प्रवाह को नियंत्रित किया जाता है (चित्र-7)।



चित्र 117 : Moving shunt core

डी०सी० वैल्डिंग के लाभ (Advantages of D.C. welding)

डी०सी० वैल्डिंग प्रक्रिया के लाभ निम्नलिखित हैं—

1. इस प्रक्रिया में प्राय: कोटेड व नान कोटेड दोनों तरह का इलेक्ट्रोड प्रयोग कर सकते हैं।
2. डी०सी० वैल्डिंग प्रक्रिया द्वारा लौह तथा अलौह दोनों ही तरह की धातुओं को वैल्ड कर सकते हैं।
3. डी०सी० वैल्डिंग में पौलेरिटी को बदलने के पश्चात् आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा को ही इलैक्ट्रोड एवं बेस धातु (Metal) के बीच बाँटा जाता है।
4. डी०सी० प्रक्रिया में समय के साथ पौलेरिटी में बदलाव नहीं होता है। डी०सी० प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न आर्क स्थिर होता है जिस कारण एक अच्छी क्वालिटी की वैल्ड बीड प्राप्त होती है।
5. पोजिशन वैल्डिंग जहाँ पर करनी हो वहाँ डी०सी० वैल्डिंग प्रक्रिया अत्यधिक लाभदायक है।

डी०सी० वैल्डिंग की हानियाँ (Disadvantages of D.C. welding)

डी०सी० वैल्डिंग प्रक्रिया की निम्नलिखित हानियाँ होती हैं—

1. ये अधिक फ्लोर स्थान लेती है।
2. इनकी क्षमता बहुत कम होती है।
3. ये प्राय: महँगे होते हैं।
4. पौलेरिटी समान होने के कारण आर्क ब्लो पैदा हो जाता है। जिस कारण आर्क सिर्फ एक ही दिशा में बहता है।
5. ये अधिक ध्वनि उत्पन्न करते हैं।
6. डी०सी० सैट घूमने वाले पार्ट्स की संख्या अधिक होती है जिस कारण वह घिस जाते हैं तथा अनुरक्षण लागत बढ़ा देते हैं।

ए०सी० वैल्डिंग के लाभ (Advantages of AC welding)

ए०सी० वैल्डिंग के लाभ निम्नवत् है—

1. इनका रखरखाव आसान व सस्ता है।
2. पौलेरिटी चेन्ज होने के कारण आर्क ब्लो का दोष नहीं होता है।
3. डी०सी० जेनरेटरों की अपेक्षा कम ध्वनि उत्पन्न करते हैं।
4. इनकी प्रारंभिक लागत बहुत ही कम होती है।

ए०सी० वैल्डिंग की हानियाँ (Disadvantages of AC welding)

ए०सी० वैल्डिंग की निम्नलिखित हानियाँ हैं—

1. करंट की फाइन सैटिंग नहीं कर सकते हैं।
2. इलैक्ट्रोड के ऊपर फ्लक्स की कटिंग करनी जरूरी है।
3. इस प्रक्रिया द्वारा नॉन-फैरस धातुओं को वैल्ड नहीं किया जा सकता है।

4. पौलेरिटी में बदलाव होने के कारण आर्क स्थिर हो जाता है जिस कारण वैल्डिंग बीड अच्छी नहीं बन पाती है।
5. आर्क से उत्पन्न ऊष्मा को आवश्यकतानुसार इलैक्ट्रोड्स या बेस मैटल के बीच में नहीं बाँटा जा सकता है क्योंकि इस प्रक्रिया में दोनों ही पोलेरिटी बदलती रहती है।

वैल्डिंग सैट्स के प्रयोग में बरती जाने वाली सावधानियाँ (Precautions while using a welding set)

वैल्डिंग सैट्स का प्रयोग करते समय निम्नलिखित बातों को ध्यान में रखना चाहिये—

1. ट्रांसफॉर्मरों को प्राय: ढक कर रखना चाहिये ताकि धूल आदि से बचाया जा सके।
2. कार्य प्रारंभ करने से पूर्व लीड व केबिल के कनेक्शन चैक कर लेने चाहिये।
3. कनैक्शन ढीले नहीं होने चाहिये।
4. ट्रांसफॉर्मरों का तेल समय-समय पर बदलते रहना चाहिये।
5. ट्रांसफॉर्मरों की बॉडी की ठीक तरह से अर्थिंग कर लेनी चाहिये।
6. वैल्डिंग की प्रक्रिया के दौरान करंट चेंज नहीं करना चाहिये।
7. ट्रांसफॉर्मरों का पानी के संपर्क से बचाव करना चाहिये।

1.3.5 ए०सी०, डी०सी० व ए०सी० ट्रांसफार्मर वैल्डिंग सेटों में अंतर (Comparision between A.C., D.C. and A.C. transformer welding sets)

क्र०सं०	विवरण	डी०सी० जेनरेटर सैट	ए०सी० ट्रांसफार्मर सैट	ए०सी०/डी०सी० रैक्टीफायर सैट
1.	फ्लोर क्षेत्र	सर्वाधिक स्थान की आवश्यकता होती है।	सबसे कम स्थान की जरूरत होती है।	डी०सी० से कम व ए०सी० से ज्यादा स्थान घेरते हैं।
2.	भार	भार तीनों में सबसे ज्यादा होता है।	इसका भार डी०सी० जेनरेटर तथा ए०सी०/डी०सी० दोनों से कम होता है।	भार मध्यम होता है।
3.	प्रारंभिक लागत	लागत सबसे ज्यादा होता है।	लागत सबसे कम होती है।	लागत दोनों के मध्य आती है।
4.	बनावट	बनावट जटिल होती है।	बनावट सरल होती है।	इसकी बनावट भी सरल होती है।
5.	रख-रखाव	रख रखाव सबसे ज्यादा महँगा होता है।	इन सैटों का रखरखाव सबसे सस्ता होता है।	इन सैटों में रख-रखाव का खर्च डी०सी० से कम तथा ए०सी० ट्रांसफॉर्मरों से ज्यादा होता है।
6.	दक्षता	इनकी दक्षता लगभग 60% के आसपास ही होती है।	दक्षता लगभग 85% के करीब होती है।	इसकी दक्षता दोनों डी०सी० व ए०सी० ट्रांसफॉर्मरों के बीच होती है।
7.	चालन लागत	लागत अधिक लगती है।	लागत तीनों में सबसे न्यूनतम होती है।	लागत कम होती है।
8.	आर्क की स्थिरता	स्थिर आर्क प्राप्त होता है।	आर्क स्थिर नहीं रहता है।	इस प्रक्रिया में भी आर्क स्थिर होता है।

9.	आर्क ब्लो का प्रभाव	इस प्रक्रिया में यह समस्या ज्यादा होती है।	इस प्रक्रिया में आर्क ब्लो नहीं होता है।	ए०सी० प्रयोग करने में यह समस्या होती है परन्तु डी०सी० में नहीं होती है।
10.	इलैक्ट्रोडों का चुनाव	सभी प्रकार के इलैक्ट्रोडों का प्रयोग कर सकते हैं।	विशेष प्रकार के इलैक्ट्रोडों की जरूरत पड़ती है।	सभी इलैक्ट्रोडों का प्रयोग कर सकते हैं।
11.	ताप विभाजन	इस प्रक्रिया में पोजेटिव पोल पर लगभग 2/3 तथा नेगेटिव पोल पर लगभग 1/3 ताप होता है।	पौलेरिटी में बदलाव के कारण ताप स्थिर रहता है।	ताप लगभग ए०सी० व डी०सी० सैटों के समान ही होता है।
12.	वैल्डिंग योग्य धातुएँ	इस प्रक्रिया द्वारा दोनों फेरस तथा नॉन फेरस धातुओं को वैल्ड कर सकते हैं।	केवल फैरस धातुएँ के वैल्डिंग में ही प्रयोग करते हैं।	सभी धातुओं को जोड़ा जा सकता है।
13.	कार्यकाल	कार्यकाल अन्य की अपेक्षा कम होता है।	कार्यकाल सबसे ज्यादा होता है।	प्राय: एल्युमीनियम से निर्मित प्लेटों का कार्यकाल कम होता है।
14.	प्रदूषण	ध्वनी एवं वातावरण दोनों को ही दूषित करता है।	यह प्रदूषण रहित प्रक्रिया है।	यह भी पूर्णतय:प्रदूषण रहित प्रक्रिया है।

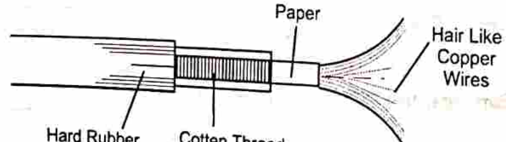
1.3.6 वैल्डिंग उपकरण

विभिन्न प्रकार के वैल्डिंग उपकरण निम्न हैं—

(A) वैल्डिंग तार (Welding cables)

जैसा कि हम जानते हैं कि यदि किसी तार से कोई करंट फ्लो करता है तो तार के प्रतिरोध के कारण ही ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह एक प्रकार की विशेष तारें होती है जो इलैक्ट्रोड होल्डरस एवं जाब (पार्ट्स) को जोड़ने में इस्तेमाल होती है। वैल्डिंग के कार्य में प्राय: अधिक करंट की जरूरत होती है। इसलिये वायर या लीड की विद्युत क्षमता अत्यधिक होनी चाहिए जिससे कि केबिल व लीड् गर्म न होने पाये। वैल्डिंग के दौरान करंट वैल्डिंग मशीन से इलैक्ट्रोड होल्ड्रस, इलैक्ट्रोड आर्को, पार्ट्स एवं अर्थिंग क्लैम्प से वापिस होकर ट्रांसफॉर्मर में पहुँच जाती है।

केबिल का चयन दो कारकों पर निर्भर करता है एक इलैक्ट्रोड्स की मोटाई एवं दूसरा पार्ट्स (कार्यखण्डों) की मशीन से दूरी। केबिल के अधिक गर्म होने पर कार्य में विरोध आ जाते हैं। अधिक मोटाई के इलैक्ट्रोड् में अधिक करंट की जरूरत पड़ती है जिस कारण से केबिल एवं लीड का व्यास अधिक रखने की जरूरत होती है। पार्ट्स से मशीन को दूरी अधिक होने के कारण भी केबिल का आकार (size) बढ़ाना पड़ता है। साधारणतय: केबिल सिंगल कोर ही होती है। जिसकी वजह से लीड में प्रयुक्त होने वाले ताँबे के तारों के बालों की मोटाई 500 से 3000 के मध्य होती है। इन केबलों में लचीलापन देने के लिए इन पर कागज या विशेष प्रकार के रूई धागों को लेमिनेट करते हैं। मजबूती प्रदान करने के लिए इनके ऊपर एक मोटी रबड चढ़ाई जाती है जो सुरक्षा कवच भी प्रदान करता है।



चित्र 118 : Welding Cable

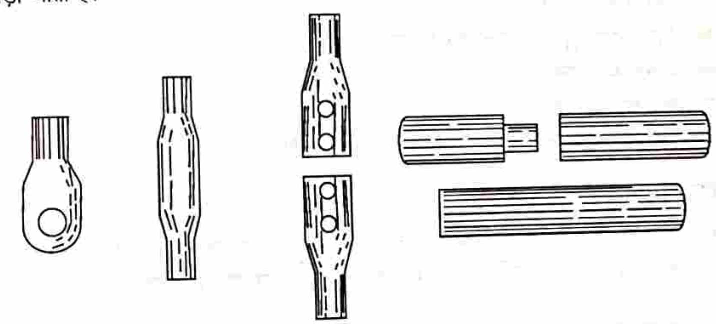
वैल्डिंग तार के गुण (Qualities of good quality Welding cable)

एक अच्छी तथा उच्च गुणवत्ता वाली केबिल में निम्नलिखित गुणों का होना जरूरी है। चित्र 8 में उच्च गुणवत्ता वाली केबिल दर्शायी गयी है।

1. केबिल के जोड़ों को मजबूती से कसना चाहिए इससे स्पार्किंग का खतरा बढ़ जाता है।
2. केबिल का गर्म होने से बचाव करना चाहिये।
3. लचक अधिक होनी चाहिए।
4. केबिल का इंसुलेशन अच्छा तथा रगड़ प्रतिरोधक होना चाहिए।
5. केबिलों में प्राय: कोई कट या जोड़ नहीं होना चाहिए।

(B) केबिल कनेक्टर्स (Cable connectors)

केबिलों में प्राय: स्पार्किंग का खतरा होता है क्योंकि इनमें अधिक धारा प्रवाहित होती है दूसरा केबिल के भीतर बहुत सारे ताँबे के तारों का संग्रह होता है। केबिलों को मशीन, इलैक्ट्रोड होल्डर्स, अर्थिंग क्लैम्प इत्यादि को कनेक्टर्स द्वारा ही जोड़ा जा सकता है। जोड़ने से पूर्व दोनों सिरों पर थिम्बलस (Thimbles) या लग्स (Lugs) को सोल्डरिंग द्वारा जोड़ देते हैं। थिम्बलस या लग्स में एक छेद होता है। जिसमें बोल्ट डालकर केबल को विभिन्न अवयवों जैसे मशीन, इलैक्ट्रोड होल्डर्स या अर्थिंग क्लैम्पस से जोड़ा जाता है।

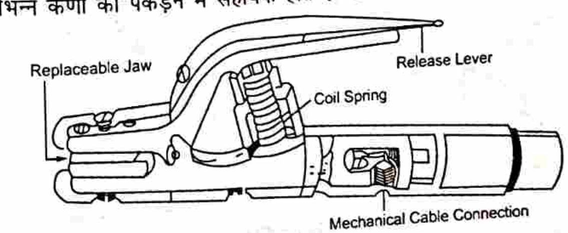


चित्र 119 : Cable Connector

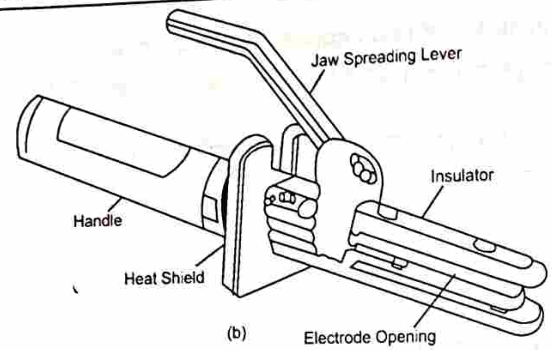
(C) इलैक्ट्रोड होल्डर्स (Electrode Holders)

इसका प्रमुख कार्य इलैक्ट्रोड्स को पकड़ने तथा वैल्डिंग सैटों को केबिल द्वारा जोड़ने का होता है। इसकी संरचना लगभग प्लास की तरह होती है। इनके जबड़े ताँबे की मिश्र धातु से निर्मित होते हैं। जबड़े का कार्य इलैक्ट्रोडों को पकड़ने के लिये होता है। जबड़े में खाँचे बने होते हैं।

इलैक्ट्रोडों के विभिन्न कणों को पकड़ने में सहायक होते हैं। होल्डर का चयन करंट पर निर्भर करता है।



(a)



चित्र 120 : Elecrode Holder

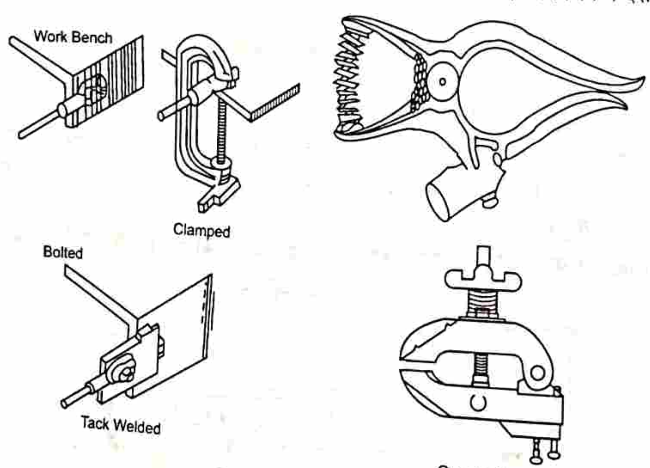
अच्छे इलैक्ट्रोड होल्डर्स के गुण (Qualities of a good electrode holders)

एक अच्छे इलैक्ट्रोड होल्डर्स में प्राय: निम्न महत्त्वपूर्ण गुण होने चाहिए—

1. इलैक्ट्रोड होल्डर्स की पकड़ मजबूत होनी चाहिए।
2. बैलेन्सिंग अच्छी होनी चाहिए।
3. कनैक्शन सरल तथा सुदृढ़ हो ताकि होल्डर गर्म न हो।
4. होल्डर का भार कम होना चाहिए।
5. पकड़ अच्छी होनी चाहिये।
6. यंत्रावली सरल हो ताकि इलैक्ट्रोड आसानी से बदले जाते हैं।

(D) अर्थिंग क्लैम्प (Earthing Clamps)

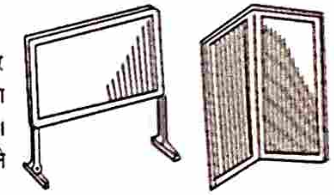
इनका प्रयोग प्राय: करंट के झटकों से बचने के लिये होता है। अर्थ क्लैम्पस का प्रयोग कार्यखण्ड या वैल्डिंग टेबिल को अर्थ केबिल द्वारा जोड़ने के लिए होता है। यह विभिन्न आकारों के होते हैं जैसे कि नीचे दिये गये चित्र में दर्शाया गया है।



चित्र 121 : Earth Clamp

(E) पोर्टेबल वैल्डिंग स्क्रीन (Portable Welding Screen)

वैल्डिंग स्क्रीन लकड़ी या लोहे के पाइपों में लकड़ी के तख़्ते पर फिट कर बनाई जाती है। इसको चलाने-फिराने के लिए कुछ पहिये लगाये जाते हैं। इसका प्रयोग वैल्डिंग बूथ से बाहर किसी अन्य स्थान पर वैल्डिंग करने के लिए करते हैं। इसका प्रमुख उद्देश्य आस-पास कार्यरत वर्करों को वैल्डिंग की चमक से होने वाले प्रभाव से बचाने होता है।

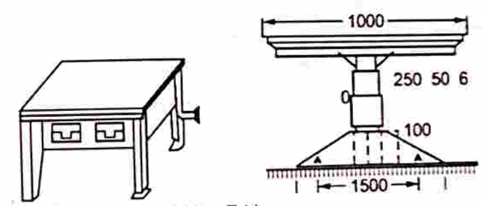


चित्र 122 : Welding Screen

(F) वैल्डिंग टेबल (Welding Table)

लोहे के एंगलों तथा पाइपों का प्रयोग कर एक आयताकार मेज का निर्माण किया जाता है जिसे वैल्डिंग टेबल कहा जाता है। इसका मुख्य उद्देश्य विभिन्न अवयवों की अर्थिंग में बर्बाद होने वाले समय को बचाने का होता है। जॉब को टेबल की ऊपर सतह पर रखकर वैल्ड करते हैं। जॉब को विभिन्न अवस्थाओं में पकड़ने हेतु एक फिक्चर (Fixture) को टेबल के किनारे पर वैल्ड कर लेते हैं।

टेबल प्राय: एक सुनिश्चित ऊँचाई की होती है। कुछ जगह पर हम चलती-फिरती या ऊँचाई कम या ज्यादा हो सकने वाली टेबलों का भी प्रयोग करते हैं।



चित्र 123 : Welding Table

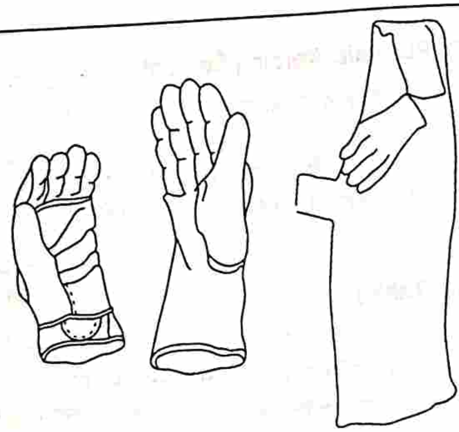
(G) वैल्डिंग चश्मा या गोगल्स (Welding Gogles)

वैल्डिंग चश्मे गहरे काले रंग के शीशों के बने हुये होते हैं। यह इतने बड़े बनाये जाते हैं जो कि दोनों आँखों को पूर्ण रूप से कवर कर सके। इसका मुख्य उद्देश्य वैल्डिंग की चमक द्वारा आँखों की होने वाली क्षति को रोकना होता है परन्तु कभी-कभी आर्क वैल्डिंग प्रक्रिया में वैल्ड बीड के ऊपर फ्लक्स की एक सतह जमा हो जाती है जिसे चिपिंग हैमर (Chipping hammer) द्वारा तोड़कर बीड से अलग किया जाता है जिससे यह छिंटकर आँख में पड़ जाती है

चित्र 124 : Welding Goggles

(H) वैल्डिंग ग्लवस, लेग गार्ड एवं एप्रन (Welding Gloves, Leg Gaurd and Apron)

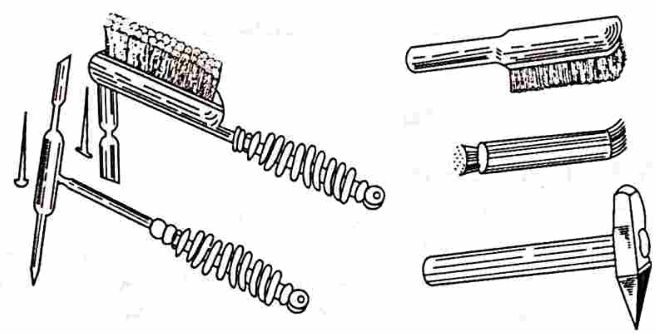
इन सभी उपकरणों का उपयोग सुरक्षा कवच के तौर पर किया जाता है। वैल्डिंग करते समय कई बार तेल आदि की उपस्थिति के कारण पिघली धातुओं का शरीर पर पड़ने का खतरा होता है। इस घटना से बचाव के लिए हाथों में दस्ताने, पैरों के लिए लेंग गार्ड्स तथा कपड़ों का बचाव के लिए एप्रन धारण कर लेना चाहिये।



चित्र 125 : Gloves, Leg-gaurd and Apron

(I) चिपिंग हैमर एवं वायर ब्रुश (Chipping Hammer and Wire Brush)

चिपिंग हैमर का कार्य वैल्ड धातुओं के ऊपर जमे हुए फ्लक्स को तोड़ कर धातुओं से अलग करने का होता है। वायर ब्रुश प्रायः स्प्रिंग स्टील के टैम्पर किये गये तारों को मिलाकर बनाया जाता है। इसका महत्त्वपूर्ण कार्य बीड के किनारों से स्लैग (Slag) को हटाने का होता है। ब्रुश का प्रयोग सिर्फ ठंडे जॉबों पर ही करना चाहिए अगर ब्रुश का प्रयोग गर्म जॉब पर करते हैं तो उसके तार गर्म होकर एनील (Anneal) हो जाते हैं जिस कारण उनकी लचक व टैम्पर दोनों खराब हो जाती है।



चित्र 126 : Chipping Hammer and Wire Brushes

(J) वैल्डिंग हैलमेट एवं हैन्डशील्ड (Welding Helmet and Hand Shield)

वैल्डिंग में तेज रोशनी के साथ-साथ अल्ट्रावायलेट तथा इन्फ्रारेड किरणें भी निकलती है। ये किरणे आँखों की रैटिना पर दुष्प्रभाव डालती है। हैलमेट तथा हैन्डशील्ड दोनों ही एक प्रकार के सुरक्षा कवच है जिसका प्रयोग कर आँखों की रैटिना तथा शरीर की त्वचा दोनों को क्षतिग्रस्त होने से बचाते हैं। शील्ड का निर्माण फाइबर की कम भार वाली चादरों के द्वारा किया जाता है। वैल्डिंग आर्क को देखने के लिए एक विशेष प्रकार के काले लैन्स का टुकड़ा भी इसमें लगाते हैं। हैन्डशील्ड में एक हैन्डिल लगा होता है जिसका प्रयोग उसे पकड़ने में होता है। शीशों का चयन आर्क की तीव्रता के आधार पर किया जाता है। बाजार में विभिन्न शेडों के शीशे उपलब्ध है जैसे शेड नं० 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14 इत्यादि इनका चयन निम्नवत् किया जाता है—

शेड नं० 5→ स्पॉट या हल्की वैल्डिंग के लिए, शेड नं० 6→ 20 Amp करंट तक की आर्क वैल्डिंग करने के लिए, शेड नं० 7→ 30 Amp करंट तक की आर्क वैल्डिंग करने हेतु।

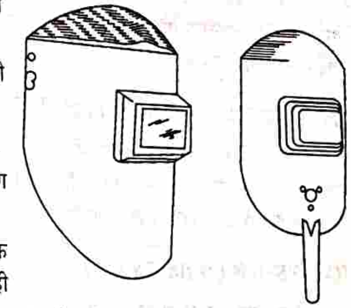
शेड नं० 8→ 30 Amp - 75 Amp करंट तक की आर्क वैल्डिंग के लिए,

शेड नं० 10→ इसका उपयोग 75 Amp–200 Amp तक की वैल्डिंग के लिए किया जाता है।

शेड नं० 12→ 200 Amp – 400 Amp तक की वैल्डिंग के लिए

शेड नं० 14→ का प्रयोग 400 Amp से अधिक आर्क वाली वैल्डिंग में होता है।

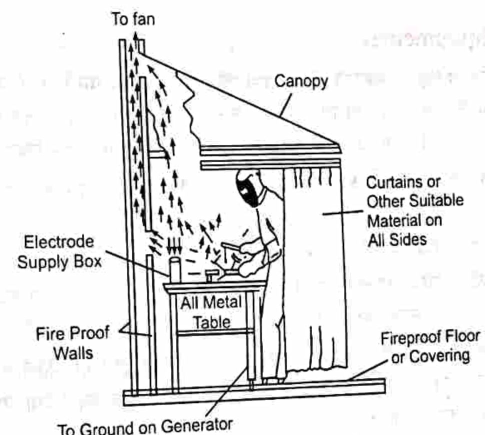
वहीं दूसरी तरफ हैलमेट को सिर पर धारण किया जाता है। इसमें एक धागा होता है जो इसे बाँधने के काम आता है। इसे धारण करने के साथ ही दोनों हाथ स्वतंत्र हो जाते हैं।



चित्र 127 : Helmet and hand Shield

(K) वैल्डिंग बूथ (Welding Booth)

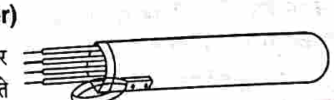
इसका प्रयोग वैल्डर के अलावा अनयत्र कार्यरत वर्करों को सुरक्षा प्रदान करने का होता है। यह एक केबिन की तरह की आकृति होती है इसकी दीवारों पर काला रंग करा दिया जाता है जिससे कि रोशनी (प्रकाश) परावर्तित न हो सके। सभी वैल्डिंग उपकरण इस कक्ष में कार्य प्रारंभ करने से पूर्व ही एकत्र कर लिए जाते हैं।



चित्र 128 : Welding Booth

(L) इलैक्ट्रोड बॉक्स या कैरियर (Electrode Box or Carrier)

इसका प्रयोग इलैक्ट्रोडों को रखने के लिए होता है। यह ठीक उसी प्रकार से होता है जैसा प्राचीन समय में तीरों को रखने के लिए तरकश का प्रयोग करते थे। इसमें एक लैदर बैल्ट भी लगी होती है जो कि इसे लटकाने के काम आती है।



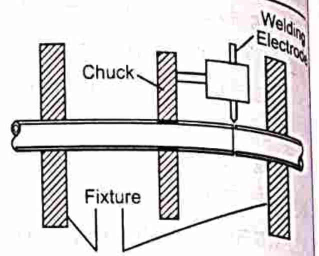
चित्र 129 : इलैक्ट्रोड बॉक्स या कैरियर

(M) इलैक्ट्रोड ओवन (Electrode Oven)

यह बिजली चलित एक उपकरण होता है जिसका प्रयोग प्राय: नम स्थान या नम मौसम में इलैक्ट्रोडों को गर्म करने के लिए होता है। ताकि नमी पाकर इलैक्ट्रोड पार्ट्स के साथ आक्सीकृत न हो।

(N) जिग्स एवं फिक्चर्स (Jigs and Fixture)

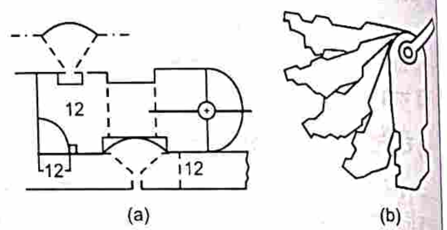
वैल्डिंग पार्ट्स को सही स्थिति में रखने के लिए फिक्चर्स का प्रयोग किया जाता है। दूसरी तरफ जो उपकरण वैल्डिंग टूल्स मार्ग को निर्धारित करने में सहायक होते हैं उन्हें जिग कहा जाता है।



चित्र 130 : Jigs and Fixtures

(O) वैल्ड-गेज (Weld Gauge)

वैल्ड बीड की अवतलता या उत्तलता को जाँचने के लिए प्रयोग होता है। भिन्न-भिन्न आकारों तथा माप के गेज एक गुच्छे में पिरोये जाते हैं।



चित्र 131 : Weld Gauge

1.3.7 अन्य औजार (Miscellaneous Equipments)

उपरोक्त सभी वर्णित वैल्डिंग उपकरणों के अलावा भी वैल्डिंग कार्य करने के लिए कुछ अन्य उपकरणों की भी आवश्यकता पड़ती है जैसे कि सफाई के औजार, फिलर मैटल का सहारने (support)वाले औजार, प्री-हीट या एनीलिंग करने वाले उपकरण तथा धीरे-धीरे ठंडा करने वाले उपकरण जिनका संक्षिप्त वर्णन निम्नवत् है—

(a) सफाई के कार्य में प्रयुक्त किये जाने वाले उपकरण—वैल्ड सतहों की सफाई के लिए रेगमार, एनरी पेपर, रेतियां एवं पोर्टेबिल हैण्ड ग्राइंडर इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। जिन सतहों पर कोई स्नेहक लगा होता है उन्हें साफ करने के लिए कास्टिक सोडा, गैसोलीन तथा तेजाब इत्यादि का प्रयोग करते हैं।

(b) फिलर मैटल को सहारा प्रदान करने वाले उपकरण—फिलर मैटल के अनियंत्रित प्रवाह को रोकने के लिए प्राय: कार्बन की पत्तियाँ, कार्बन ब्लॉक फायर ब्रिक, एस्बैस्टस शीट्स का प्रयोग किया जाता है।

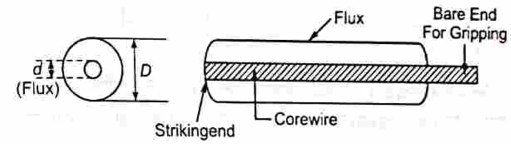
(c) प्री-हीट करने वाले उपकरण—जॉब को वैल्डिंग प्रारंभ करने से पूर्व गर्म करने की प्रक्रिया प्री-हीट कहलाती है। कभी-कभी वैल्डिंग के पश्चात् उत्पन्न स्ट्रेसों को दूर करने हेतु भी मैटल को प्री हीट किया जाता है। इस कार्य के लिए भट्टी, ब्लो लैम्प इत्यादि का प्रयोग किया जाता है।

(d) धीरे-धीरे ठंडा करने वाले उपकरण—वैल्डिंग प्रक्रिया में आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा से वैल्डिंग प्रक्रिया पूर्ण होती है। वैल्डिंग पार्ट्स में पिघली धातु वातावरण के कारण तीव्रता से ठंडी हो जाती है। ठंडा होने के पश्चात् कठोर हो जाती है। बीड में इस कारण क्रैक भी पड़ जाते हैं। उच्च गुणवत्ता तथा लचीली वैल्ड बीड के निर्माण के लिए जॉब को धीरे-धीरे ठंडा करना जरूरी होता है। इस कार्य के लिए जॉब को चूने, क्ले, रेत इत्यादि में दबाकर रखा जाता है।

(e) टूल-किट—इस टूल किट में विभिन्न औजार होते हैं जैसे स्पैनर सैट (Spanner set), रेतियाँ (Files), फुट रूल (Foot rule), हथौड़ा (Hammer), सैन्टर पंच (Centre Punch), पेचकस (Screw Driver), छेनी (chisels), साल (Plumb bob), गुनिया (Try square), प्लास (Pilars), स्क्राइबर (Scriber), सण्डासियाँ (Toungs), बेवल प्रोटेक्टर (Bevel protactor) इत्यादि मापने व कार्य करने वाले उपकरण होते हैं।

1.3.8 वैल्डिंग इलैक्ट्रोड

आर्क वैल्डिंग में इलैक्ट्रोडों का एक महत्त्वपूर्ण स्थान है। इलैक्ट्रोड धातु या अधातु की छड़ होती है जिसका प्रयोग विद्युत आर्क के निर्माण हेतु टर्मिनल के रूप में किया जाता है। कुछ इलैक्ट्रोड आर्क बनाने के साथ-साथ फिलर मैटल का भी कार्य करते हैं। यह प्राय: दो प्रकार के होते हैं एक कन्ज्यूमेबिल दूसरे नॉन कन्ज्यूमेबिल इलैक्ट्रोड। कन्ज्यूमेबिल इलैक्ट्रोड प्राय: एक रासायनिक पदार्थ लेपित रहता है जिसे गालक या फ्लक्स कहा जाता है। फ्लक्स के कारण ही इलैक्ट्रोड इलैक्ट्रिकल, भौतिक मैटलर्जिकल नियंत्रण प्राप्त करता है। प्राय: कोर वायर 3·15 mm – 12·50 mm के अलावा 4·00, 5·00, 6·30, 8·00, 10·00 mm इत्यादि भी बाजारों में मिल जाते हैं। कोटेड भाग की लंबाई 250 mm से 450 mm के मध्य होती है। (चित्र-1)



चित्र 132

1.3.9 फ्लक्स या गालक (Flux)

इलेक्ट्रोड पर चढ़ाये जाने वाला लेपित पदार्थ (wated material) ही गालक या फ्लक्स कहलाता है। फ्लक्स कोटिंग के निम्नलिखित उद्देश्य होते हैं—

1. आर्क निर्माण तथा उसे स्थायित्व प्रदान करने में।
2. फ्लक्स पिघलने के पश्चात् सुरक्षित गैसों का उत्पादन करता है जिस कारण वायुमंडलीय ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन गैसों द्वारा पिघली धातु को सुरक्षा प्रदान करता है।
3. वैल्ड धातुओं को डी-ऑक्साइड तथा रिफाइन कर देता है।
4. फ्लक्स पिघली धातु के ऊपर एक उष्मा विरोधी कवच बना देता है, जिस कारण वैल्ड मैटल धीरे-धीरे ठंडी होती है।
5. वैल्ड बीड की प्रोफाइल को नियंत्रित करने एवं समतल वैल्डिंग सतह के निर्माण में सहायक होते है।
6. स्पैटरिंग को कम कर देता है।
7. कोटिंग द्वारा वैल्ड मैटल का डिपोजिशन की दर बढ़ जाती है।
8. फ्लक्स के द्वारा आयनीकरण, मैटल ट्रॉसफॉर्म उत्सर्जन इत्यादि को नियंत्रित किया जा सकता है।
9. इलैक्ट्रोडों को कुचालक कोटिंग प्रदान करता है जिसके कारण यह अधिक करंट पर एवं संकरी जगहों पर अच्छा कार्य करते हैं।
10. वैल्ड बीड की पैनिट्रेशन की गहराई तथा इलैक्ट्रोडों के गलने की दर को प्रभावित करता है।
11. इसके कारण स्लैग की संरंध्रता (Porosity) को बढ़ाकर ओवर हैड एव ऊर्ध्वाधर वैल्डिंग की जा सकती है।
12. आर्क को सही दिशा प्रदान करता है।

1.3.10 फ्लक्स कोटिंग में प्रयोग किये जाने वाले पदार्थ एवं उनके कार्य (Ingredients use for coating and their functions)

फ्लक्स कोटिंग हेतु प्रयोग किए जाने वाले मुख्य पदार्थ व उनके गुण निम्नवत् हैं—

1. फ्लक्सिंग करने वाले पदार्थ (Fluxing Material or Agent)—फ्लक्सिंग के लिए प्राय: सिलिका, चूनापत्थर, फ्लोस्पार आदि पदार्थ का प्रयोग अधिकतर किया जाता है क्योंकि यह सुलभ तथा सस्ते होते हैं।

2. स्थिर आर्क देने वाले पदार्थ (Arc Stabilizers)—पौटेशियम ओक्सेलेट, जिर्कोनियम कार्बोनेट, पोटाश, टाइटेनियम, लीथियम कार्बोनेट, पौटेशियम सिलिकेट, फेल्डस्पार इत्यादि पदार्थ आर्क को स्थिरता प्रदान करने वाले मुख्य पदार्थ है।

3. गैस उत्पन्न करने वाले पदार्थ (Gas Forming Materials)—गैस उत्पन्न करने वाले पदार्थ प्राय: सैलूलोज, चूनापत्थर, लकड़ी का बुरादा इत्यादि होते हैं।

4. स्लैग बनाने वाले पदार्थ (Slag Formers)—स्लैग बनाने वाले पदार्थों में मुख्य पदार्थ रूटाइल, पौटेशियम टिटैनेट, एस्बैस्टस, लिमैनाइट, मैग्नीज डाइऑक्साइड, वोलास्टोनाइट, टिटेनिया, एल्युमिना, आयरन पाउडर, फेल्डस्पार, फ्लोरस्पार इत्यादि है।

5. डी ऑक्सीडाइजर (De-Oxidiser) एवं एलॉयिंग पदार्थ (Alloying Material)—फैरो-सिलिकन, फैरो- मैग्नीज, फैरो-टाइटेनियम, फैरो-क्रोमियम, फैरो-मोलिब्डिनम, इलैक्ट्रोनिकिल, इलैक्ट्रोमैग्नीज आदि धातुओं के पाउडर अच्छे डी-ऑक्सीडाइजर तथा एलॉयिंग तत्वों के रूप में प्रयुक्त किये जाते हैं।

6. पकड़ करने वाले पदार्थ (Binding Agents)—पकड़ बनाने वाले पदार्थों में सोडियम सिलिकेट, डैक्सट्रीन, पौटेशियम सिलिकेट, चीनी, एस्बैस्टस, गम अरेबिक इत्यादि प्रमुख है।

1.3.11 विभिन्न गालक पदार्थ (Different flux material)

1. सेलुलोजिक पदार्थ गालक (Cellulosic Material Flux)—यह पदार्थ लकड़ी से मिलते-जुलते पदार्थों से बनाया जाता है। इसका आर्क बल ज्यादा होने के कारण अधिक बंधन गहराई वाले पदार्थों को वैल्ड करने में किया जाता है। इसमें हाइड्रोजन गैस का उत्पादन अधिक होता है जो वायुमण्डलीय प्रदूषण से रक्षा प्रदान करता है। इस प्रकार के फ्लक्सों का प्रयोग डी० सी० धनात्मक इलैक्ट्रोड पर लेपन हेतु अधिक करते हैं। परन्तु कभी-कभी इस फ्लक्स से कोटेड इलैक्ट्रोडों का प्रयोग अपेक्षाकृत उच्च वोल्टता की ए०सी० वैल्डिंग में भी किया जाता है। इस फलक्स के कारण वेल्ड बीड पर पतली स्लैग की परत जमा होती है। इसके कारण अधिक मोटी धातुओं को वैल्ड किया जा सकता है।

2. लौह मिश्र धातु पदार्थ गालक (Feroo Alloy Material Flux)—इनके अंतर्गत फेरी मैंग्नीज, फैरो-क्रोमियम, फैरो-कौलामियम, फेरी-सिलिकॉन आदि पदार्थ आते हैं। इनका प्रयोग गालक लेपन में डिऑक्सीडाइजर तथा पिंडित पदार्थों के मिश्राधु घटकों की भाँति किया जाता है।

3. पौटेशियम तथा सोडियम सिलिकेट पदार्थ गालक (Potasium and Sodium Silicates Materials Flux)—ये पदार्थ बंधक एजेंट की तरह कार्य कर फ्लक्स को मजबूती प्रदान करते हैं। पोटेशियम इनमें आर्क उत्पन्न करने तथा स्थिरता प्रदान करने में सहायक होता है।

4. बाल क्ले गालक पदार्थ (Ball Clay Material Flux)—क्ले प्राय: सिलिका एवं एल्युमिनियम दोनों से मिलकर बना एक यौगिक पदार्थ है। हाइड्रोजन नियंत्रित इलैक्ट्रोडों को छोड़ कर यह समस्त इलैक्ट्रोडों पर कोटिंग का कार्य करता है। इसी बाल क्ले के गुण के कारण उनका रंग कत्थई होता है।

5. रुटाइल पदार्थ गालक (Rutile Material Flux)—रुटाइल पदार्थ मूलत: टाइटेनियम आक्साइडों का रवेदार प्रारूप होता है। यह भूरे तथा बादामी रंग का प्रतीक होता है। इसका उपयोग कोटिंग में बहुधा होता है। यह इलैक्ट्रोडों में कार्यक्षम आर्क स्टैबिलाइजर का गुण प्रदान करता है तथा सुलभता से हटा सकने वाले स्लैग का निर्माण भी करता है। यह जो इलैक्ट्रोड बनाता है उसका प्रयोग डी०सी० व ए०सी० दोनों तरह की वैल्डिंगों में किया जाता है।

6. चूना पत्थर एवं कैल्शियम कार्बोनेट गालक पदार्थ (Lime Stone or Calcium Carbonate Flux Material)—इनके द्वारा लेपित इलैक्ट्रोडों द्वारा अच्छी वैल्डिंग करने के लिये लघु आर्क उत्पन्न करते हैं। इसके द्वारा प्राप्त वैल्ड अधिक मजबूत, टिकाऊ होते हैं। इनका उपयोग प्राय: उच्च टेन्साइल स्टील, उच्च कार्बन इस्पात, इत्यादि को वैल्ड करने में किया जाता है। इसके द्वारा निकलने वाली CO_2 गैस वैल्ड के लिये सिल्डिंग का कार्य करती है जिस कारण वैल्ड वायुमण्डलीय गैसों के प्रभाव से दूषित नहीं होता है।

7. आयरन पाउडर पदार्थ गालक (Iron Powder Material Flux)—आयरन पाउडर इलैक्ट्रोडों को वांछित अभिलक्षण प्रदान करता है। इसके कारण आर्क की स्थिरता बढ़ जाती है तथा आक्सीकरण रहित आयरन पाउडर वैल्ड धातुओं में जुड़कर धातुओं की कमी को पूर्ण कर देता है। अधिक मात्रा में इसकी उपस्थिति इलैक्ट्रोडों की विद्युत चालकता बढ़ा देती है।

1.3.12 वैल्डिंग इलैक्ट्रोडों का वर्गीकरण (Classification of welding electrodes)

इलैक्ट्रोडों का वर्गीकरण निम्नलिखित घटकों के आधार पर किया जा सकता है

Welding Electrode

- अपभोज्य वैल्डिंग इलैक्ट्रोड (Non Consumable Welding Electrode) Or तापसह वैल्डिंग इलैक्ट्रोड (Refractory Welding Electrode)
  - कार्बन इलैक्ट्रोड या ग्रेफाइट इलैक्ट्रोड (Carbon or Graphite Electrode)
  - टंगस्टन इलैक्ट्रोड (Tungesten Electrode)
    - Pure Tungsten Electrode
    - The oriated Tungsten Electrode
    - Zirconic Tungsten Electrode
- उपभोज्य वैल्डिंग इलैक्ट्रोड (Consumable Welding Electrode) Or धात्विक वैल्डिंग इलैक्ट्रोड (Metallic Welding Electrode)
  - नंगा इलैक्ट्रोड (Bare Electrodes)
  - गालक लेपित इलैक्ट्रोड (Flux Coated Electrode)

(i) फ्लक्स चढ़ाने की विधिनुसार (Depending upon the method of flux coating)—इलैक्ट्रोड तारों पर परत प्राय: दो तरीकों से चढ़ायी जाती है एक डिप्ड इलैक्ट्रोड (Dipped Electrode) एवं दूसरी एक्सट्रूडेड इलैक्ट्रोड (Extruded Electrode)।

डिप्ड इलैक्ट्रोड विधि में फ्लक्स करे वायर पर चढ़ाने हेतु उसे फ्लक्स के घोल में डुबोकर फिर सुखाते हैं। इस विधि द्वारा जो परत चढ़ती है वह असमान होती है। जिस कारण वैल्डिंग में कुछ समस्याएँ आती हैं।

दूसरी विधि में एक विशेष प्रकार की एक्सट्रूजन प्रैस का प्रयोग करते हैं। एक सिरे से इलैक्ट्रोड्स को फीड करते हैं फिर दबाव डालकर फलक्स की परत चढ़ाते हैं। फ्लक्स चढ़ाने के बाद उसके एक सिरे पर चैम्फर (Chamfer) कर देते हैं तथा दूसरे सिरे को कुछ दूरी तक नंगा (बिना फलक्स) का छोड़ देते हैं। इस प्रकार पूरे वायर पर एक समान मोटाई की परत चढ़ जाती है।

(ii) फ्लक्स की मोटाई के आधार पर (Depending upon the thickness of flux)—फ्लक्स की मोटाई के आधार पर इलैक्ट्रोड प्रायः तीन वर्गों में बाँटे गये हैं—

(a) हल्की परत वाली (Lightly Coated)—इस विधि में इलैक्ट्रोड पर चूने की एक पतली परत चढ़ाते हैं। ये की परत इलैक्ट्रोड को जंगरोधित बना देती है तथा आर्क को स्थिर बनाती है। इनका कोटिंग फैक्टर प्रायः 1.25 से 1.3 mm रहता है।

(b) मध्यम परत वाले इलैक्ट्रोड (Medium Coated Electrode)—इन इलैक्ट्रोड में एक पतली परत चढ़ी हुयी होती है। यह प्रायः दो कार्य करते हैं एक आर्क को स्थिर बनाना दूसरा वैल्ड बीड के ऊपर स्लैग (slag) की हल्की परत बना उसको वायुमण्डलीय गैसों के प्रभाव से दूर रखने का है। मध्यम परत वाले इलैक्ट्रोड 1.3 से 5 mm तक कोटिंग फैक्टर रखते हैं।

(c) मोटी परत वाला इलैक्ट्रोड (Heavily Coated Electrode)—इन इलैक्ट्रोड पर एक मोटी परत चढ़ी हुयी होती है। इस प्रकार के इलैक्ट्रोड में एक मिश्र अवयय (Alloying Elements) मिलाते हैं। ये अवयय वैल्ड मैटल की कैमिस्ट्री बदल देते हैं। यह प्रायः देर से पिघलते हैं तथा कोर वॉयर (Corewire) के ऊपर एक स्लीव बना देते हैं जोकि आर्क को एक सही दिशा में बढ़ाता है। स्लैग की अधिक मात्रा होने के कारण वैल्ड बीड को वातावरण से सुरक्षा मिलती है। स्लैग इन्हें कठोर होने से बचाते हैं। इस प्रकार के इलैक्ट्रोड का कोटिंग फैक्टर 1.5 mm से 2.2 mm के मध्य होता है।

(iii) कोटिंग फैक्टर (Coating Factor)—कोटिंग फैक्टर कोटिंग के व्यास (D) तथा कोर वायर के व्यास (d) दोनों का अनुपात होता है। इलैक्ट्रोडों पर फ्लक्स चढ़ाने के बाद जो व्यास प्राप्त होता है तथा कोर वायर के व्यास दोनों के अनुपात को ही कोटिंग फैक्टर कहा जाता है।

$$\text{कोटिंग फैक्टर} = \frac{\text{कोटिंग का व्यास}\,(D)}{\text{कोर वायर का व्यास}\,(d)}$$

1.3.13 कोर वायर के धातु पर आधारित वर्गीकरण (Classification According to the Metal of Core Wire)

कोर वायर के आधार पर इलैक्ट्रोड निम्न दो प्रकार के होते हैं।

(a) लौह धातु वाले इलैक्ट्रोड (Electrodes of Ferrous Metal)—इस प्रकार के इलैक्ट्रोडों के कोर वॉयर प्रायः लौह धातुओं से निर्मित होते हैं। जैसे कि माइल्ड स्टील इलैक्ट्रोड, स्टेनलैस इलैक्ट्रोड, मैग्नीज स्टील, स्टील इलैक्ट्रोड, मीडियम कार्बन स्टील इलैक्ट्रोड, कास्ट आयरन इलैक्ट्रोड, लो एलॉय स्टील इलैक्ट्रोड, हार्ड कार्बन स्टील इलैक्ट्रोड, इत्यादि।

(b) अलौह धातु वाले इलैक्ट्रोड (Electrodes of Non Ferrous Metals)—जिन इलैक्ट्रोड्स के कोर वॉयर प्रायः अलौह या नॉन फेरस धातुओं से निर्मित होते हैं उन्हें अलौह धातु वाले इलैक्ट्रोडस कहा जाता है जैसे कि ताँबे के इलैक्ट्रोड, पीतल के इलैक्ट्रोड, ब्रांज इलैक्ट्रोड, एल्यूमीनियम इलैक्ट्रोड इत्यादि।

5.7 इलैक्ट्रोड की खपत पर आधारित वर्गीकरण (Classification Based on Consumption of Electrodes)

खपत के आधार पर इलैक्ट्रोड को प्रायः दो श्रेणियों में बाँटा गया है—

(a) उपभोज्य इलैक्ट्रोड (Consumable Electrodes)—इनको खपने वाले इलैक्ट्रोड भी कहा जाता है। ये इलेक्ट्रोड स्वयं ही फिलर मैटल की तरह कार्य करते हैं तथा गलकर वैल्ड मैटल में मिल जाते हैं। इन इलैक्ट्रोडों की कोर का चयन बैस मैटल के प्रकार पर किया जाता है।

(b) अपभोज्य इलैक्ट्रोड्स (Non Consumable Electrodes)—इन इलैक्ट्रोड को न खपने वाले इलैक्ट्रोड भी कहा जा सकता है। ये इलैक्ट्रोड वैल्डिंग प्रक्रिया में वैल्ड मैटल में नहीं मिलते हैं। इनका उपयोग सिर्फ आर्क निर्माण में किया जाता है। इनकी आयु सीमा प्रायः अधिक होती है।

1.3.14 फ्लक्स आधारित वर्गीकरण (Classification based upon flux)

फ्लक्स के आधार पर इलैक्ट्रोड को निम्न 4 भागों में बाँटा गया है—

(a) रुटाइल इलैक्ट्रोड (Rutile Electrode)—इन इलैक्ट्रोड के फ्लक्स में सिलिकेट एवं सैलूलोज को ठोस की तरह प्रयोग करते हैं। इनका प्रयोग फैब्रीकेटिंग के कार्य में अधिक किया जाता है।

(b) सैलूसोसिक इलैक्ट्रोड (Cellusosic Electrode)—इस प्रकार के इलैक्ट्रोड पर चढ़े हुये फ्लक्स प्रायः सैलूलोज (cellulose) आधारित होते हैं। इस प्रकार के फ्लक्स की हल्की परत ही चढ़ाते हैं। इस प्रकार की वैल्डिंग प्रक्रिया में अच्छा पैनिट्रेशन तथा गैस उत्पादन अधिक होता है।

(c) आयरन ऑक्साइड इलैक्ट्रोड (Iron Oxide Electrode)—इस प्रकार के इलैक्ट्रोड में प्रायः आयरन आक्साइड्स एवं सिलिकेट्स का प्रयोग बेस की तरह होता है। यह इलैक्ट्रोड प्रायः फ्लैट वैल्डिंग में अधिक उपयोगी होते हैं। इनमें फ्लक्स की मोटी परत चढ़ी हुयी होती है।

(d) मूलभूत इलैक्ट्रोड (Basic Electrode)—इन इलैक्ट्रोड में कैल्सियम कार्बोनेट व फ्लोराइडों का उपयोग फ्लक्स की तरह किया जाता है। इन इलैक्ट्रोडों में फ्लक्स की मोटी परत चढ़ाते हैं। इन इलैक्ट्रोडों को निम्न हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड भी कहा जाता है। इस प्रकार के इलैक्ट्रोड का प्रयोग ओवरहैड एवं वर्टिकल वैल्डिंग में करते हैं।

1.3.15 कोडिंग आधारित वर्गीकरण (Classification According to the Codes)

कोडिंग आधारित वर्गीकरण निम्नलिखित है—

क्र०सं०	कोडों का नाम	उदाहरण
1.	AWS	ER – 7051
2.	IS	815 – 1996 M 317274
3.	BS	E – 317
4.	BIS	EA 4228 J
5.	ISO	E 433 R 22
6.	DIN	Ti VIII S | 433 | 22

1.3.16 कलर कोडिंग आधारित वर्गीकरण (Classification According to Colour Coding)

सभी इलैक्ट्रोड्स की पहचान करने हेतु उनके सिरों को अलग-अलग रंग लगाये जाते हैं। कलर कोडिंग में निम्नलिखित रंगों का प्रयोग करते हैं जैसे—लाल रंग, हरा रंग, नीला रंग, सफेद रंग, पीला रंग, काला रंग, भूरा रंग, नारंगी रंग, बैंगनी रंग, सलैटी रंग इत्यादि। सभी इलैक्ट्रोड्स निर्मात्री कंपनी अपनी-अपनी सुविधानुसार उपरोक्त कलर्स का प्रयोग करते हैं।

इलैक्ट्रोड साइज (Electrode Size)

इलैक्ट्रोड्स के साइज उनके कोर वायर के व्यास पर निर्भर करते हैं। वायर व्यासों को मापने की दो प्रणालियाँ हैं एक भारतीय मानक प्रणाली जिसमें व्यास को (mm) मिलिमीटर में मापा जाता है दूसरी ब्रिटिश मानक जिसमें व्यास वायर गेज ।

मापते हैं। इलैक्ट्रोडों की लंबाई व्यास के सामानुपाती होती है। नीचे दी गयी सारणी के अनुसार वायरगेज एवं mm दोनों को आपस में बदला जा सकता है—

क्र०सं०	व्यास (mm)	लंबाई (mm)
1.	12.5	350 350
2.	10	350
3.	8	350
4.	5	350
5.	4	350
6.	3.15	250
7.	2.5	200
8.	2.0	200
9.	1.6	200
10.	1.25	200
11.	1.0	200

1.3.17 इलैक्ट्रोड साइज का चयन (Selection of electrode size)

इलैक्ट्रोड्स के साइज का चयन करते समय निम्न सावधानियाँ बरतनी चाहिये—

1. वर्टिकल एवं ओवर हैड **(Vertical and Overhead)** वैल्डिंग प्रक्रिया में पतले इलैक्ट्रोड्स का प्रयोग करना चाहिये।
2. V के अंदर पतली बीड के निर्माण हेतु पतले इलैक्ट्रोडों द्वारा बनायी जाती है एवं शेष बीडों के निर्माण में मोटे इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिये।
3. इलैक्ट्रोडों की मोटाई कार्यखण्डों की मोटाई से अधिक नहीं होनी चाहिए जिससे कि कार्यखण्डों में विघटन ना हो।
4. बड़े से बड़े (अधिक लंबाई) का प्रयोग करना चाहिये ताकि बार-बार इलैक्ट्रोड न बदलना पड़े। समय की बचत हो जाये एवं करंट अधिक प्रवाहित किया जा सके।

1.3.18 इलैक्ट्रोड कोडिंग (Electrode Coding)

कोडिंग प्रणाली का प्रयोग कर इलैक्ट्रोड को श्रेणीवार विभाजित किया जा सकता है। भारतीय मानक संस्थानुसार इलैक्ट्रोडों को एक संख्या द्वारा कोडिंग किया गया है। कोडिंग में कुछ नियत शब्दों (Prefix Letters) का भी प्रयोग किया जाता है। नियत शब्द निम्न प्रकार के होते हैं—

$E \rightarrow$ ठोस उत्सारी (Solid extrusion)

$R \rightarrow$ उत्सारी रिनफोंसमेंट (Extruded with reinforcement)

प्रथम अंक (First Digit)—इसके द्वारा इलैक्ट्रोड के फ्लक्स आवरण का ज्ञान प्राप्त होता है। इनको भी फ्लक्सों के आधार पर 8 भागों में बाँटा जा सकता है।

द्वितीय अंक (Second Digit)—इसकी सहायता से इलैक्ट्रोड से वैल्डन करते समय की स्थिति का ज्ञान होता है।

तृतीय अंक (Third Digit)—इसके द्वारा धारा के मान का ज्ञान प्राप्त होता है।

चतुर्थ अंक (Fourth Digit)—इसके द्वारा न्यूनतम तनन सामर्थ्य का ज्ञान प्राप्त होता है।

पंचम अंक (Fifth Digit)—इसके द्वारा दीर्घीकरण (Elongation) एवं पराभव प्रतिबल (Stress) इत्यादि का ज्ञान मिलता है।

षष्ठम अंक (Sixth Digit)—इसके द्वारा आघात मान (Impact Value) इत्यादि का मान प्राप्त होता है।

इन सभी उपरोक्त वर्गीकृत अक्षरों के अतिरिक्त कुछ अनुलग्नक शब्दों (Suffix Lettes) इत्यादि का प्रयोग भी करते हैं।

जैसे— A, J, K, H, P इत्यादि।

$A \rightarrow$ इलैक्ट्रोड स्वचालित वेल्डन के लिये प्रयुक्त होता है।

$H \rightarrow$ हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड को प्रदर्शित करते है।

J, K & $L \rightarrow$ ये शब्द प्रदर्शित करते हैं कि लौह चूर्ण आवरण एवं धातु पुन: प्राप्ति (Metal Recovery) क्रमश: 11% से 130% 130% – 150% एवं 150% से उच्च।

$P \rightarrow$ शब्द भेदन क्षमता को प्रदर्शित करता है।

इलैक्ट्रोड्स कोडिंग की निम्न विधि भी प्रचलित है—

(ii) AWS- वैल्डिंग कोडिंग (AWS Coding)—यह विधि अमेरिकन वैल्डिंग सोसाइटी द्वारा उत्पन्न की गयी इसी कारण इसका नाम AWS रखा गया है।

1. इसका प्रारंभ 'E' शब्द से होता है।
2. पहले एवं दूसरा अंक वैल्ड मैटल की तनन क्षमता प्रदर्शित करता है।
3. तीसरे अंक का प्रयोग वैल्डिंग पोजिशन हेतु किया जाता है। इसके लिए तीन अंकों का प्रयोग करते हैं—
   - 1→ वैल्डिंग की समस्त पोजिशनों का प्रदर्शित करता है।
   - 2→ फ्लैट एवं हॉरीजेन्टल पोजिशन को प्रदर्शित करता है।
   - 3→ फ्लैट एवं डाउन वर्ड वैल्डिंग पोजिशन हेतु।
4. चतुर्थ अंक का प्रयोग फ्लक्स कोटिंग के प्रकार को प्रदर्शित करता है। इसके लिए 0 से 8 तक के अंको का प्रयोग किया जाता है।
   - 0 → सैल्यूलोज - सोडियम या आयरन ऑक्साइड हेतु।
   - 1 → सैल्यूलोज - पौटेशियम फ्लक्स हेतु।
   - 2 → टिटेनिया सोडियम हेतु।
   - 3 → टिटेनिया पौटेशियम हेतु।
   - 4 → आयरन पाउडर + टिटेनिया हेतु।
   - 5 → निम्न हाइड्रोजन, लाइम-सोडियम हेतु।
   - 6 → निम्न हाइड्रोजन पौटेशियम फ्लक्स हेतु।
   - 7 → आयरन आक्साइडों एवं आयरन पाउडर हेतु।
   - 8 → निम्न हाइड्रोजन लाइम + आयरन पाउडर मिश्रित फ्लक्स हेतु।

1.3.19 फ्लक्स कोटिंग पर नमी का प्रयोग (Effect of Moisture on Flux Coating)

इलैक्ट्रोड निर्माण के पश्चात् जब खुले वातावरण में रखे जाते हैं तो वह वायुमण्डलीय आर्द्रता के कारण कुछ नमी सो लेते हैं। यह पानी बाइण्डरों (Binders) एवं तत्वों के कणों के बीच के खाली स्थान में प्रवेश कर जाता है जो कि इलैक्ट्रो

को गीला कर देता है। वैल्डिंग प्रक्रिया में गर्म होकर यह पानी अपने दो घटकों में टूट जाता है। हाइड्रोजन गैस सूखने के पश्चात् सिकुड़कर दाब के साथ बाहर आती है जिसके कारण बीड में ब्लो होल उत्पन्न हो जाते हैं। कभी-कभी हाइड्रोजन बीड के भीतर ही ठहर जाती है जोकि बीड में एक स्थान पैदा कर देती है। जिस कारण बीड की शक्ति क्षीण हो जाती है। फ्लक्स कोटिंग पर नमी द्वारा पड़ने वाले प्रभावों से बचाव हेतु निम्न दो बातों का विशेष ध्यान रखना चाहिये।

एक भण्डारण इलैक्ट्रोड्स पर चढ़ी हुयी परत पोरस होती है। जिसके कारण नमी सोखने की क्षमता बढ़ जाती है। लो हाइड्रोजन इलैक्ट्रोडस के भण्डारण के लिये ड्राइंग कैबिन (Drying Cabin) इत्यादि का प्रयोग करना चाहिये। नमी से बचाव हेतु कैबिन में सिलिका जैल इत्यादि का प्रयोग करना चाहिए। हाथ से रगड़कर भी नमी को ज्ञात कर सकते हैं यदि रगड़ने पर तेज ध्वनि आये तो इलैक्ट्रोड शुष्क है यदि धीमी ध्वनि आये तो वह नम है।

दूसरा इलैक्ट्रोड का सुखाना। इलैक्ट्रोड का पहले ओवन में रखकर सुखाये। इसके लिये ओवन में इलैक्ट्रोड को फैलाकर रखे ताकि वह आपस में न जुड़ गये। ओवन का ताप लगभग 110°C तक रखते हैं। गर्म करने की समय सीमा 10 मिनट से 60 मिनट तक हो सकती है जोकि इलैक्ट्रोड में उपस्थित नमी की मात्रा पर निर्भर करती है।

1.3.20 कुछ विशेष प्रकार के इलैक्ट्रोड (Some Special Electrode)

कुछ विशेष प्रकार के इलैक्ट्रोड जो कि वैल्डिंग के कार्य में प्रयोग होते हैं उनका वर्गीकरण निम्न प्रकार से है—

(i) कास्ट आयरन इलैक्ट्रोड (Cast Iron Electrode)—इस इलैक्ट्रोड में कार्बन 3% – 3·5%, सिलिकॉन 2·5 – 3·0%, मैंगनीज 0·5% – 0·7% एवं फॉस्फोरस 0·6% तक होता है। कोर वायर के ऊपर गालक या फ्लक्स की मोटी परत चढ़ी रहती है जो पिघलने के पश्चात् कार्यखण्डों के ऊपर स्लैग की एक मोटी परत बना देता जिसके कारण वैल्डिंग को मशीनिंग प्रक्रिया हेतु उपयोगी बनता है।

(ii) निम्न हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड (Low Hydrogen Electrode)—इस इलैक्ट्रोड द्वारा बनाया गया वैल्ड प्रायः मजबूत होता है। जैसा कि हम जानते हैं कि हाइड्रोजन निष्क्रिय गैस है एवं यह पिघली धातुओं में आसानी से घुल जाता है। जब वैल्ड ठंडा होता है तो गैस बाहर आकर ब्लो होल्स या पिन होल्स बना देती है।

(iii) निकिल या निकिल एलॉय इलैक्ट्रोड (Nickel or Nickel Alloy Electrode)—इस इलैक्ट्रोड का उपयोग निकिल पदार्थों को वैल्ड करने हेतु किया जाता है। इनके द्वारा निकिल को स्टील से भी जोड़ा जा सकता है। इनका प्रयोग स्टील के ऊपर निकिल की हार्डफेसिंग करने में भी होता है। वहीं दूसरी ओर निकिल एलॉय इलैक्ट्रोड का प्रयोग फैरस धातुओं को आपस में जोड़ने में किया जाता है।

(iv) अंडरवाटर वैल्डिंग इलैक्ट्रोड (Underwater Welding Electrode)—अंडरवाटर वैल्डिंग में वाटरप्रूफ इलैक्ट्रोड्स का प्रयोग करते हैं। इलैक्ट्रोड पर वार्निश एवं लैक्कर करके उन्हें वाटर प्रूफ बनाया जाता है। वार्निश या लैक्कर की परत ही फ्लक्स या गालक पदार्थ को पानी में भीगने से बचाता है।

(v) सर्फेसिंग इलैक्ट्रोड्स (Surfacing Electordes)—जब बेस मैटल पर स्वयं उसी धातु या किसी अन्य धातु की परत चढ़ाते हैं तो इस प्रक्रिया को सर्फेसिंग कहते हैं। सर्फेसिंग का उद्देश्य बैस मैटल की घर्षण प्रतिरोधकता कम करना, इम्पैक्ट रेजिस्टैंस, कठोरता इत्यादि भौतिक गुणों को विकसित करना होता है। इन इलैक्ट्रोड द्वारा लौह एवं अलौह दोनों इलैक्ट्रोड को जोड़ा जा सकता है। इनका उपयोग कार्बन स्टील, लो एलॉय स्टील, मीडियम एलॉय स्टीलस, हाई मैंगनीज स्टीलस, कॉपर बेस एलॉयस एवं निकिल बेस एलॉयस इत्यादि को परस्पर जोड़ने के लिये किया जाता है।

(vi) डीप-पैनीट्रेशन इलैक्ट्रोड्स (Deep Penetration Electrodes)—इनका निर्माण फ्लक्स के साथ ऐसा पदार्थ मिलाकर किया जाता है जिसके जलने के पश्चात् अधिक गैसें एवं ताप उत्पन्न होता है जिसके कारण फ्यूजन अधिक गहराई तक होता है।

(vii) रेडियोग्राफिक इलैक्ट्रोड (Radiographic Electrode)—रेडियोग्राफिक इलैक्ट्रोड का प्रयोग कर अच्छी वैल्ड बीड का निर्माण किया जा सकता है। इनके द्वारा उत्पन्न वैल्ड बीड X-ray करने पर साफ दिखायी पड़ती है। इनको नौंवे स्थान पर X द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

1.3.21 वैल्डिंग आर्क

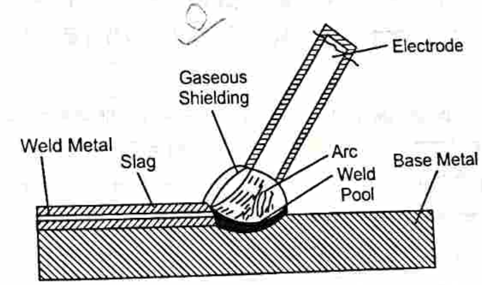
यदि धातुओं के दोनों छड़ों मे विद्युत धारा प्रवाहित कर जोड़ा जाता है तो आर्क बनता है। साधारण शब्दों में आर्क बिजली के इलैक्ट्रोडों के मध्य वायु में उत्पन्न किया गया इलैक्ट्रोडों के मध्य वायु में उत्पन्न किया गया इलैक्ट्रानों का विसर्जन है। **फिनकलन बर्ग तथा मैकर** के अनुसार विद्युत आर्क अधिक धारा तथा कम विभव पर विसर्जन को प्रदर्शित करता है। प्रायः इलैक्ट्रोड एवं कार्य खण्ड के मध्य 1 mm से 10 mm दूरी रखा जाता है। विद्युत आर्क द्वारा उत्पन्न ऊष्मा ही धातुओं को पिघलाने के काम आती है। यह ऊष्मा निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात की जा सकती है—

$$H = I^2Rt$$

जहाँ H = उत्पन्न ऊष्मा, I = बहने वाली धारा (Current), R = प्रतिरोध शक्ति (Resistance) तथा t = समय (Time)।

धारा का प्रवाह **10 Amp – 200 Amp** तथा **वोल्ट 10 – 50 volt** के मध्य होता है। इलैक्ट्रोड द्वारा पिघली धातु को फिलर मैटल तथा कार्य खण्ड की पिघली धातु बेस-मैटल कहलाती है। ये धातुएँ आपस में मिलकर ठंडा होने के पश्चात् जोड़ उत्पन्न करती है।

वायु अंतराल (Air Gap) के मध्य वायु आयनीकृत हो जाती है। इस माध्यम से विद्युत धारा प्रवाहित होती है एवं आर्क उत्पन्न हो जाता है। आयनीकरण होने के कारण ही लगातार आर्क उत्पन्न रहता है। आर्क प्रारम्भ करने के लिए उच्च वोल्टेज की जरूरत होती है इस आर्क को नियंत्रित करने हेतु वायु अंतराल (Air Gap) को समाप्त कर दिया जाता है एवं कार्य खण्ड पर इलैक्ट्रोड को स्पर्श कराकर तीव्रता से हटा कर ही आर्क उत्पन्न किया जाता है (चित्र-1)।



चित्र 133 : Electric Arc Welding

1.3.22 वैल्डिंग आर्क के प्रकार (Types of Welding Arc)

वैल्डिंग आर्क निम्न प्रकार के होते हैं—

(A) अचल आर्क (Fixed or Stationary Arc)—स्थिर आर्क अयोजनीय इलैक्ट्रोड (Non-Consumable Electrode) एवं कार्य खण्ड (Workpiece) के बीच बनता है। इस प्रक्रिया में फिलर रॉड का प्रयोग जरूरी नहीं होता है लेकिन इसका प्रयोग भी कर सकते हैं। तार रूपी फिलर रॉड को ऑर्क-कॉलम में फीड करते है। तार पिघलने के पश्चात् गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force), इलैक्ट्रोमैग्नेटिक (Electromagnetic Force) तथा यांत्रिक बलों के प्रभाव के कारण वैल्डपूल (Weld Pool) में जाकर मिल जाता है। इस प्रकार के आर्क की तापीय दक्षता (Thermal Efficiency) 45% – 60% के बीच होती है जिसके कारण इलैक्ट्रोडों से प्राप्त ऊष्मा व्यर्थ हो जाती है। यह ऊष्मा शीतल जल (Cooling Water) बहाकर ले जाता है।

(B) चल आर्क (Moving or Mobile Arc)—इस प्रकार आर्क योजनीय इलैक्ट्रोड (Consumable Electrode) तथा जॉब के बीच बनता है। इस प्रक्रिया में द्रवीय फिलर धातु के गुरुत्वाकर्षण बल (Gravitational Force), इलैक्ट्रोमैग्नेटिक बल (Electromagnetic Force) तथा यांत्रिक बल (Mechanical Force) को प्लाज्मा जैट द्वारा इलैक्ट्रोड से अलग कर वैल्ड पूल (Weld Pool) में मिलाने की कोशिश करते हैं। वहीं धातु पर होने वाली सतही तनाव (Surface Tension) इसे रोकने की कोशिश करती है। धीरे-धीरे इलैक्ट्रोड पिघलने के पश्चात् आर्क इलैक्ट्रोड में ऊपर की ओर बढ़ती जाती है। इस कारण प्रक्रिया को चल आर्क कहा जाता है। यह आर्क वैल्डिंग प्रक्रिया में इलैक्ट्रोडों द्वारा मिलने वाली ऊष्मा फिलर धातु को पिघलाने का कार्य करती है। इसी कारण इस प्रक्रिया की तापीय दक्षता (Thermal Efficiency) सर्वाधिक 80%–90% तक होती है।

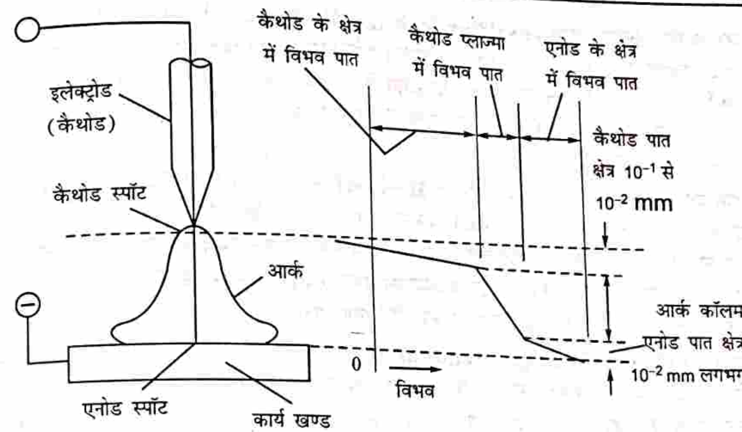
1.3.23 आर्क की आंतरिक संरचना (Internal Structure of Arc)

वैल्डन आर्क संरचना आर्कों को प्राय: तीन भागों में बाँटा गया है—

(a) कैथोड या ऋणोद पात क्षेत्र (Cathode Drop Region)—यह दो कल्पित तलों (Planes) के बीच का क्षेत्र है। इस क्षेत्र में इलैक्ट्रान (Electron) कैथोड (Cathode) से निकलने के पश्चात् कैथोड के निकटवर्ती क्षेत्र में उत्सर्जित होकर ऊर्जा एकत्र करते हैं। इसके पश्चात् यह इलैक्ट्रान (Electrons) आर्क प्लाज्मा स्तम्भ में प्रवेश करते हैं तो वहाँ गैस के परमाणुओं से टकराने के पश्चात् इनकी ऊर्जा का ह्रास हो जाता है। तथा आयनीकृत होने के पश्चात् गैस का तापक्रम बढ़ा देता है। जिसके कारण आयन व इलैक्ट्रोन एनोड (Anode) की तरफ प्रवाहित होने लगते हैं। एक तल तो कैथोड स्पॉट के निकट होता है एवं दूसरा तल आर्क प्लाज्मा स्तंभ से शुरू होता है। कैथोड टिप गहरे रंग की प्रतीत होती है। यह सबसे महत्त्वपूर्ण परिक्षेत्र होता है क्योंकि यहाँ ही इलैक्ट्रान पैदा होते हैं। आर्क की स्थिरता इलैक्ट्रोन की सप्लाई पर निर्भर करता है। यह ए०सी० वैल्डिंग में पाया जाता है जहाँ ए०सी० साइकिल (A. C. Cycle) में धारा शून्य से पास होती है एवं प्रत्येक अर्द्ध चक्र के पश्चात् आर्क को पुन: पैदा करता है।

(b) आर्क प्लाज्मा स्तंभ (Arc Plasma Column)—वैल्डिंग का वह भाग जो कैथोड पात्र तथा एनोड पात्र क्षेत्र दोनों के मध्य होता है वह आर्क प्लाज्मा स्तंभ कहलाता है। आर्क स्तंभ विकिरण इलैक्ट्रान (Radiated Electrons), उदासीन परमाणुओं एवं अणुओं तीनों के मिश्रण से बनता है। आर्क स्तम्भ कैथोड व एनोड दोनों के मध्य धारा प्रवाह को नियंत्रित रखने के लिए इलैक्ट्रोन घनत्व पर निर्भर होती है। इसका तापक्रम **5000 K से 50,000 K°** के बीच रहता है। कैथोड द्वारा उत्सर्जित ऊर्जा के कारण गैसों के परमाणुओं को आयनीकृत कर इसे उपरोक्त वर्णित तापक्रम तक पहुँचा देते हैं।

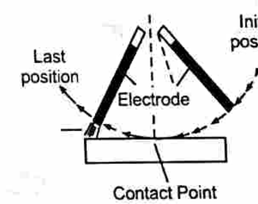
(c) एनोड या धनोद पात क्षेत्र (Anode Drop Region)—धनोद पात्र क्षेत्र एनोड बिन्दु तथा आर्क स्तम्भ के समाप्त होने वाले उस बिन्दु का वह क्षेत्र है जो कार्य प्लाज्मा स्तम्भ के मध्य संबंध स्थापित करने का कार्य करता है। आर्क स्तम्भ से एनोड या धनोद पात्र क्षेत्र में एकत्रित होने वाले इलैक्ट्रान के कारण इसमें विभव पात (Potential Drop) हो जाता है। एनोड पात क्षेत्र में प्राय: तीन कार्य होते हैं। एक तापक्रम का गिरना (Fall of Temperature), दूसरा आयन का उत्पादन होना (Production of ions) तथा तीसरा आयन का आर्क प्लाज्मा स्तंभ की तरफ त्वरित करना होता है। (Acceleration of ions towards arc Plasma Column)



चित्र 134 : वैल्डिंग आर्क क्षेत्र

1.3.24 आर्क का प्रारम्भ (Initiation of Arc)

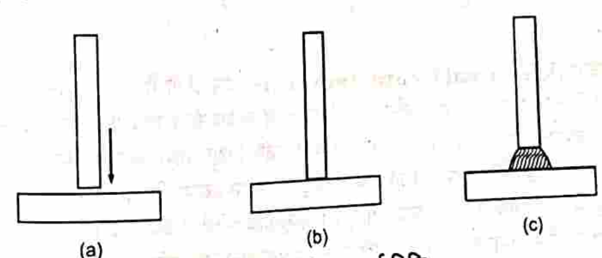
आर्क बनाने की दो विधियाँ होती हैं, एक उदग्र चाल द्वारा दूसरा खुरचकर आर्क बनाना दोनों प्रक्रिया इलैक्ट्रोडों के चयन पर आधारित होता है। विद्युत धारा को नियंत्रित कर इलैक्ट्रोडों को ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखा जाता है एवं कार्य से दूर रखकर पकड़ते हैं फिर तीर की दिशा में कार्य खण्ड की ओर कार्य को स्पर्श कराया जाता है तथा कुछ दूरी पर ले जाकर रोक लिया जाता है। जिस कारण इलैक्ट्रोड तथा कार्य के मध्य आर्क का निर्माण हो जाता है।



चित्र 135 : स्क्रैच विधि द्वारा आर्क बनाना

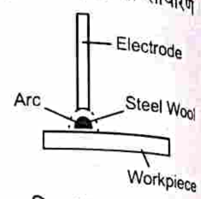
दूसरी विधि में इलैक्ट्रोडों को खुरचते हुये शीघ्रता से एक स्थान से दूसरे पर ट्राँसफर कर आर्क निर्माण किया जाता है। इन दोनों विधियों के आधार पर आर्क बनाने की प्रक्रिया को निम्नलिखित भागों में विभाजित किया गया है—

(a) क्षणिक स्पर्श द्वारा (By Instant Touch Start)—इस प्रक्रिया में पहले इलैक्ट्रोड को जॉब (कार्य खण्ड) से स्पर्श कराया जाता है जिसकी वजह से कम प्रतिरोध के कारण इलैक्ट्रोड गर्म हो जाते हैं। फिर इलैक्ट्रोड को प्लास्टिक अवस्था में आने से पूर्व ही कार्य-खण्ड से ऊपर उठाते हैं तो वायु अंतराल आयनीकृत होकर आर्क बनाते हैं।



चित्र 136 : क्षणिक स्पर्श विधि

(b) उच्च वोल्ट डिस्चार्ज द्वारा (By High Voltage discharge Method)—इस प्रक्रिया का उपयोग प्रायः TIG इत्यादि प्रक्रियाओं में होता है। स्पर्श विधि प्रक्रिया में इलैक्ट्रोड की कार्यखण्ड से चिपकने की संभावनाए बढ़ जाती हैं। उच्च वोल्टेज डिस्चार्ज के दोलन होने के पश्चात् कुछ समय के लिए उच्च वोल्ट देकर इलैक्ट्रोड को बिना स्पर्श कराये ही आर्क बना लेते हैं। इस प्रकार जो आर्क एक बार बन जाता है वह वायु अंतराल के आयनीकृत होने की वजह से साधारण वोल्टेज पर भी आर्क का निर्माण हो जाता है।

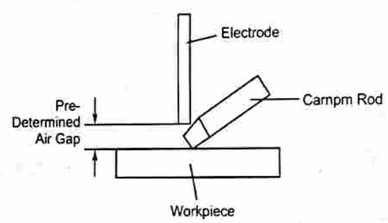


चित्र 137 : इस्पात की ऊन द्वारा आर्क बनाना

(c) इस्पात की ऊन विधि (By Steel Wool Method) —इस विधि में इलैक्ट्रोड एवं कार्य खण्डों के मध्य इस्पाती ऊन (Steel Wool) को रखा जाता है। जब वैल्डिंग करंट को वैल्डिंग सर्किट में प्रवाहित करते हैं तो यह स्टील वूल आर्क निर्माण के लिए चालक बिन्दु की तरह कार्य करती है जिसके कारण आर्क बन जाता है। इस प्रक्रिया का प्रयोग स्वचलित सबमर्जड आर्क वैल्डिंग, स्वचलित धातु अक्रिय गैस इत्यादि वैल्डिंग प्रक्रमों में किया जाता है।

(d) उच्च आवृति के द्वारा (By High Frequency)—यदि उच्च आवृत्ति का करंट प्रारंभ में ही प्रयोग किया जाये तो कम वायु अंतराल पर आर्क प्रारम्भ हो जाती है क्योंकि आवृत्ति बढ़ाने पर वोल्टेज में भी वृद्धि हो जाती है। इस प्रयोग हेतु 1 KHz क्षमता तक की आवृत्ति यूनिट लगायी जाती है जो कि 5000–6000 V तक की वोल्टेज को बढ़ा देती है जिससे आसानी से आर्क का निर्माण कर देती है। इसके बाद वह सर्किट से अलग हो जाती है तथा एक सतत् आर्क बनाती है। धातु बूँदों का तापक्रम शाट सर्किट ट्रांसफर के कारण अधिक हो जाता है।

(e) कार्बन छड़ द्वारा (By Carbon Rod)—यह आर्क उत्पन्न कराने की सर्वाधिक प्रचलित प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया में प्रायः कार्य खण्डों तथा इलैक्ट्रोडों के बीच उचित वायु अंतराल रखकर धारा प्रवाहित की जाती है फिर कुछ समय के लिये कार्य छड़ से स्पर्श कराकर आर्क का निर्माण करते हैं। इस प्रक्रिया में आर्क का निर्माण एक कार्बन छड़ की सहायता से सम्पन्न होता है। इस प्रक्रिया का प्रयोग स्वचालित धातु आर्क वैल्डिंग प्रक्रम इत्यादि में होता है।



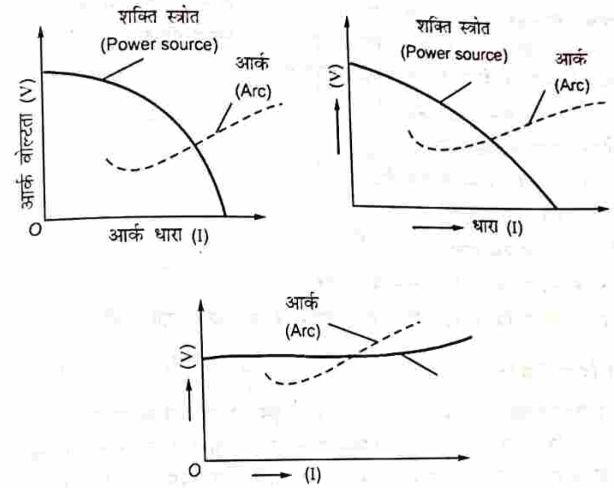
चित्र 138 : कार्बन छड़ द्वारा आर्क बनाना

1.3.25 आर्कों के अभिलक्षण (Characterstics of Arcs)

आर्कों में मूलतः दो लक्षण पाये जाते हैं जिनके आधार पर वैल्ड-बीड की गुणवत्ता को सुधारा जा सकता है। जिनका वर्णन निम्नवत् किया गया है—

(a) विद्युतीय लक्षण (Electrical Characterstics)—इस श्रेणी में धारा व वोल्टता इत्यादि के कारण पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन किया जाता है। विद्युत धारा तथा वोल्टेज में संबंध नीचे दिये गये ग्राफ की सहायता से स्पष्ट किया गया है। धारा आर्क की ऊष्मा तथा वोल्टेज (V) पर निर्भर होती है। यदि विद्युत धारा प्रवाहित करते हैं तो ऊष्मा अधिक उत्पन्न होगी। विद्युत धारा का मान कार्य खण्डों की धातु, माप एवं इलैक्ट्रोडों के प्रकार पर निर्भर किया जाता है। आर्क की ऊष्मा आर्क की लंबाई बढ़ाकर भी बढ़ायी जा सकती है परन्तु इसमें धातु का छिड़काव भी हो सकता है। आर्क इन तथ्यों के अलावा भी बहुत सारी बातों पर निर्भर करता है जैसे आर्क तथा उसके चारों तरफ वायुमण्डल चुम्बकीय क्षेत्र बना देता है जो आर्क को विचलित कर देता है। इस विचलन की घटना को आर्क बलों (Arc Blow) भी कहा जा सकता है। चुम्बकीय क्षेत्र विद्युत धारा के वर्ग के

समानुपाती होते हैं। डी०सी० एवं ए०सी० आर्कों के गुणों में बहुत भिन्नता होती है। उदाहरणार्थ डी०सी० आर्क अधिक स्थायी होते हैं, परन्तु कुछ इलैक्ट्रोड ए०सी० आर्कों में अच्छा कार्य नहीं करते जबकि वही इलैक्ट्रोड डी०सी० आर्क पर संतोषजनक कार्य करते हैं। आर्क की लम्बाई भी विभव के समानुपाती होती है।



चित्र 139 : आर्क अभिलक्षण (Arc Characteristics)

(b) आर्कों के वेल्डन अभिलक्षण (Welding Characterstics of Arcs)—वह तथ्य जो वैल्डिंग प्रक्रम के दौरान वैल्डिंग प्रक्रिया पर प्रभाव डालते हैं, वह वैल्डिंग अभिलक्षण कहलाते हैं जैसे कि आर्क की लम्बाई, क्रेटर, आर्क बल, आर्क ब्लो इत्यादि। इन सभी तथ्यों का विस्तारपूर्वक वर्णन नीचे दिया गया है—

(i) आर्क की लम्बाई (Length of Arc)—आर्क की लम्बाई इलैक्ट्रोड की टिप तथा कार्यखण्डों के सतह (जिस पर इलैक्ट्रोड पिघले बुल-बुलों के रूप में गिरकर स्थिर हो जाता है) दोनों के बीच की दूरी होती है। आर्क प्रायः दो प्रकार के होते हैं एक दीर्घ आर्क (Long Arc), दूसरा लघु आर्क (Short Arc)।

(a) दीर्घ आर्क (Long Arc)—जब आर्क की लम्बाई इलैक्ट्रोड के व्यास से ज्यादा होती है तो यह दीर्घ आर्क बनाती है। इसके लाभ बहुत ही कम है जबकि हानियाँ ज्यादा होती हैं इसी कारण इसका प्रयोग कम किया जाता है। दीर्घ आर्कों के कारण निम्नलिखित हानियाँ हो सकती हैं—

(1) आर्क का स्थायित्व कम होता है।
(2) पिघली धातु जलने की वजह से ज्यादा खर्च होती है।
(3) वेल्ड की भंगुरता ज्यादा होती है।
(4) दीर्घ आर्कों से प्राप्त वैल्ड-बीड कमजोर व खोखली होती है।
(5) इनकी वजह से अधिकतम छिद्रता प्राप्त होते हैं।
(6) वेल्ड जोड़ की तन्यता भी कम होती है।
(7) दीर्घ आर्कों के कारण न्यूनतम बेधन प्राप्त होते हैं।
(8) वेल्ड जोड़ की सामर्थ्य भी कम ही होती है।

(9) धातु के अधिक क्षेत्र में फैलने के कारण एवं ऑक्सीजन के प्रभाव में आने के कारण जोड़ में अधिक ऊष्मा खर्च होती है।

(10) जोड़ बनाने हेतु अधिक ऊष्मा की जरूरत पड़ती है।

(b) लघु आर्क (Short Arc)—यदि आर्क की लम्बाई इलैक्ट्रोड के व्यास से कम हो तो लघु आर्क बनता है। प्रयोगात्मक कार्यों में लघु-आर्कों का प्रयोग किया जाता है। इसके लाभ निम्नलिखित हैं—

(1) इन आर्कों में कार्य खण्डों में न्यूनतम छिद्रता प्राप्त होती है।

(2) इलैक्ट्रोड मेटल की कम लागत आती है।

(3) पदार्थ भेदन क्षमता अधिक होती है।

(4) जोड़ पर धातु का जमाव भी अधिक होता है।

(5) अधिक तन्य जोड़ प्राप्त होते हैं।

(6) जोड़ की सामर्थ्य अधिक होती है।

(7) लघु आर्क के कारण कम अति व्यापन प्राप्त होता है।

(8) लघु आर्क के कारण मिश्रधातुओं के उदग्र के प्रयोग की संभावनाए बढ़ जाती हैं।

1.3.26 आर्क बल (Arc Force)

वैल्डिंग प्रक्रिया में पिघली धातु, धातुओं में प्रवेश कर जाती है इस पिघली धातु को प्रवेशित करने का गुण ही आर्क बल कहलाता है। विद्युतधारा के प्रवाहित होने के कारण ही चुम्बकीय क्षेत्र तथा तापांतर उत्पन्न होता है। इसके कारण आर्क पर एक पिच कार्य करता है, जिसके कारण उत्पन्न बलों को इलैक्ट्रोड कार्यखंड पर चलायमान बनाये रखते हैं। आर्क से धातु पिघलने के पश्चात् कार्यखण्ड में प्रवेशित होती है जिसके लिये इलैक्ट्रोड की गति पिघली धातु की गति से अधिक होनी चाहिए।

1.3.27 आर्क ब्लों या आर्क विचलन (Arc Blow)

उच्च धारा प्रवाहित होने के कारण आर्क स्थिर नहीं रह पाती है। जिसका कारण आर्क प्रवाह में उत्पन्न होने वाला चुम्बकीय क्षेत्र है। चुम्बकीय क्षेत्र के कारण ही आर्क अपने पथ से विचलित हो जाती है। इसका प्रभाव डी०सी० जेनरेटरों द्वारा वैल्डिंग करते समय संकुचित स्थानों में, किनारों पर तथा सिरों पर अधिक होता है। आर्क की दिशा में परिवर्तन होना ही आर्क ब्लों कहलाता है। आर्क विचलन के निम्नलिखित प्रभाव हैं—

(1) वैल्डिंग बीड की सुंदरता कम हो जाती है।

(2) वैल्ड बीड़ पर स्पैटर जमा हो जाते हैं।

(3) जोड़ की सामर्थ्य कम हो जाती है।

(4) जोड़ पर संरन्ध्रता (Porosity) आ जाती है।

(5) जोड़ पर स्लैग एन्ट्रेपमेन्ट (Slag Entrapment) हो जाता है।

(6) अस्थिर आर्क के कारण वैल्डिंग कठिन होती है।

(7) आर्क बहाव के कारण अंडर कट तथा फ्यूजन के दोष उत्पन्न हो जाते हैं।

(8) वैल्ड बीड असमान हो जाती है।

1.3.28 आर्क बहाव के निवारण (Remedies of Arc Blow)

आर्क बलों को पूर्णतय: समाप्त नहीं किया जा सकता पर इसे कम किया जा सकता है। इसे कम करने के निम्नलिखित उपाय हैं—

(1) आर्क धारा का प्रवाह कम करके।

(2) लघु आर्कों का प्रयोग करके।

(3) अर्थिग क्लैम्प, केबिल इत्यादि को कार्यखण्डों से दूर रखकर।

(4) कार्य खण्डों को वैल्डिंग पावर स्रोतों से दूर रखकर।

(5) गैस प्रवाह की दर बढ़ाकर।

(6) लंबे कार्य खंड पर बैक स्ट्रीप का प्रयोग करके।

(7) कार्यखण्ड को कार्य प्रारंभ करने से पूर्व गर्म करके।

(8) आर्क की गति कम रखकर।

(9) चुम्बकीय पदार्थों को प्राय: कार्यखण्ड से दूर रखना चाहिये।

(10) जेनरेटर की जगह ट्रांसफॉर्मरों का प्रयोग किया जाना चाहिए।

(11) कार्य करने में पतले इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिए।

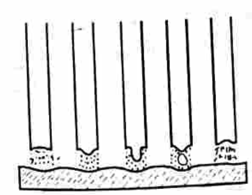
(12) कार्य खण्डों के पास भू-सम्पर्क केबिल को ठण्डा रखना चाहिये।

उपरोक्त सभी बातों को ध्यान में रखकर आर्कों के विचलन को कम किया जा सकता है।

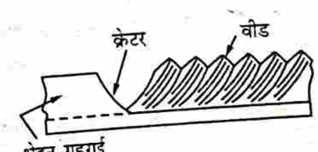
1.3.29 छोटे तथा लंबे आर्कों में अन्तर (Difference between Short and Long Arcs)

	छोटा आर्क	लंबा आर्क
1.	छोटे आर्कों में धातु पिघलकर तीव्रता से कार्यखण्ड पर आ जाती है।	लंबे आर्कों में पिघली धातु आर्क से प्रवाहित होकर कार्यखण्ड तक पहुँच पाती है।
2.	धातु गहराई तक प्रवेश करती है।	धातु कम गहराई तक जाती है।
3.	स्थायी आर्क बनता है।	आर्क कम स्थायी बनता है।
4.	जोड़ों की सामर्थ्य तथा भंगुरता अधिक होती है।	जोड़ों की सामर्थ्य तथा भंगुरता कम होती है।
5.	वैल्ड बीड़ ठोस बनती है।	वैल्ड बीड खोखली व फूली हुयी प्राप्त होती है।
6.	ऊष्मा की कम मात्रा की जरूरत होती है।	अधिक ऊष्मा की जरूरत होती है।
7.	धातु नष्ट नहीं होती है।	जलने के कारण बहुत से धातु व्यर्थ जाती है।
8.	वैल्ड बीड सुदृढ़ बनती है।	बीड़ कमजोर होती है।

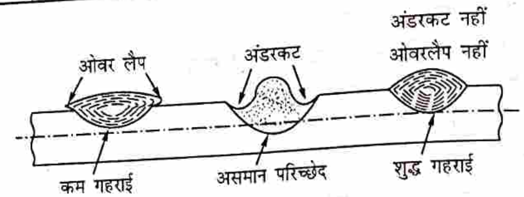
1.3.30 वैल्ड बीड (Weld Bead)



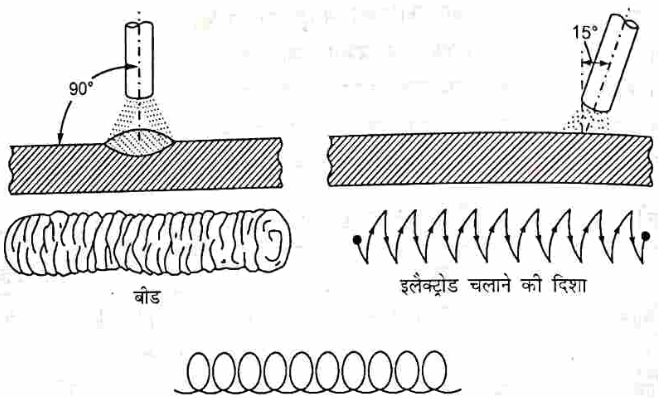
चित्र 140 (a)



चित्र 140 (b)



चित्र 140 (c)



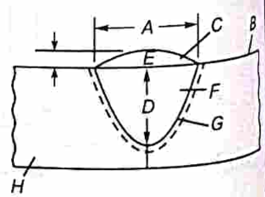
चित्र 140 (d)

वैल्डिंग आर्क को चलाने के पश्चात् जो पिघली धातु जमा होती है उसे वैल्ड बीड़ कहा जाता है। विद्युत आर्क इलैक्ट्रोड तथा प्लेटों के बीच बनता है तो आर्क की ऊष्मा के कारण इलैक्ट्रोड पिघल जाता है। यह पिघली धातु गुरुत्वाकर्षण बल के कारण बूँदों के रूप में कार्यखण्ड पर गिरकर जमा हो जाती है। इलैक्ट्रोड धनात्मक या ऋणात्मक दोनों पोलों में से किसी से भी जोड़ा जा सकता है। बूँदों की माप तथा आकृति प्रवाहित विद्युत धारा एवं इलैक्ट्रोड के चयन पर निर्भर करती है। कुछ समय तक बूँदों के स्थान पर स्प्रे भी डालती है जिस कारण बूँदों का आकार बहुत ही कम हो जाता है। इलैक्ट्रोडों की नोक के पिघलने पर बूँदों की गर्दन धीरे-धीरे पतली हो जाती है। अंत में यह बूँद इलैक्ट्रोड से अलग होकर कार्यखण्ड पर गिर जाती है व कार्यखण्ड में मिश्रित हो जाती है एवं एक मजबूत जोड़ का निर्माण करती है। जो बीड अंडरकट व ओवर लैप दोषों से मुक्त होती है वह बीड़ अच्छी बीड कहलाती है।

बीड निर्माण के लिये आर्क बनाने के पश्चात् इलैक्ट्रोडों को कुछ क्षणों के लिये नीचे दिये गये चित्रानुसार रखा जाता है जिस कारण गालन प्रक्रिया प्रारम्भ हो जाती है। गलते ही इलैक्ट्रोडों को चलाना प्रारम्भ हो जाता है। इलैक्ट्रोडों को 15° के अवनत कोण पर रखा जाता है। इलैक्ट्रोडों को चलाने की गति धातु गालन के अनुसार रखते हैं। इलैक्ट्रोडों की चालन प्रक्रिया बीड के ढंग के अनुरूप की जाती है।

1.3.31 वेल्ड बीड़ ज्यामिती (Weld Bead Geometry)

वेल्ड बीड के विभिन्न भागों जैसे कि बैल्ड बीड की चौड़ाई, बेस मैटल सतह, रिइन्फोर्समेन्ट, वैल्डिंग की गहराई, वैल्डिंग क्षेत्र, ऊष्मा प्रभावित क्षेत्र, बेस मैटल, वैल्ड मैटल और बेस मैटल का मिश्रित क्षेत्र, सम्पर्क कोण इत्यादि का अध्ययन वेल्ड बीड ज्यामिती कहलाता है। नीचे दिये गये चित्र-9 में वेल्ड बीड का एक कटा परिक्षेत्र दिखाया गया है जिसमें की वेल्ड बीड ज्यामिती सम्बन्धित भागों को दर्शाया गया है।



चित्र 141 : Geometry or Welding Bead

(i) वैल्डिंग की गहराई (Depth of Weld Penetration)—आधार धातु की ऊपरी सतह से वैल्ड की अधिकतम गहराई वैल्डिंग की गहराई कहलाती है। वैल्डिंग प्रक्रिया के दौरान बनने वाला वह क्षेत्र जिसमें बेस मैटल एवं वैल्ड मैटल पिघलने के बाद मिक्स होकर ठंडा होकर एकत्र हो जाये वह क्षेत्र **भेदन क्षेत्र** (Area of Penetration) कहलाता है। इसे 'D' से दर्शाया गया है।

(ii) संपर्क कोण (Angle of Contact)—यह वह कोण होता है जो आधार धातु तथा वैल्ड धातु द्वारा आधार धातु रेखा पर मिलने वाले बिन्दु द्वारा जमी हुयी धातु पर खींची गई स्पर्श रेखा द्वारा बनता है।

(iii) वैल्ड बीड की चौड़ाई (Width of Weld Bead)—किसी भी कार्य खण्ड पर एकत्र होने वाली वैल्डन धातु की अधिकतम चौड़ाई ही वैल्ड बीड की चौड़ाई कहलाती है। जिसे 'A' द्वारा चित्र में दिखाया गया है। यदि बीड की चौड़ाई अधिक होगी तो गहराई कम होगी चौड़ाई को बढ़ाने हेतु वेविंग की जाती है।

(iv) प्रबलन ऊँचाई (Reinforcement Height)—प्रबलन ऊँचाई आधार धातु से जमा की हुई धातु की ऊपरी सिरे तक की दूरी होती है। इसे 'I' द्वारा चित्र में दिखाया गया है। वैल्डिंग क्षेत्र को अधिक मजबूती प्रदान करने हेतु वैल्ड मैटल को बेस मैटल की ऊपरी सतह (Upper Surface) से भी ऊपर तक एकत्र किया जाता है।

(v)प्रबलन क्षेत्र (Reinforcement Area)—प्रबलन हेतु प्रयोग किये जाने वाले वैल्ड मैटल द्वारा घेरा गया क्षेत्र ही प्रबलन क्षेत्र कहलाता है। अन्य शब्दों में प्रबलन क्षेत्र बैस मैटल की सतह पर एकत्र की जाने वाली धातु के बीच का क्षेत्र है। इसे 'C' से प्रदर्शित किया गया है।

1.3.32 वैल्ड धातु स्थानान्तरण (Weld Metal Transfer)

वह प्रक्रिया जिसमें द्रवीय धातु बूँदों (Metal Drops) के रूप में इलैक्ट्रोड के आर्क के सिरे से कार्यखण्ड पर गिरती है तथा वेल्ड पूल के किनारे के या स्वतंत्र रूप से बहती है उसे वैल्ड धातु स्थानान्तरण प्रक्रिया कहा जाता है।

विभिन्न प्रकार के धातु स्थानान्तरण (Types of Metal Transfer)

वैल्डिंग प्रक्रियाओं में प्राय: निम्नलिखित दो मुख्य तरीके हैं—

(1)बुझान स्थानान्तरण या लघु परिपथ स्थानान्तरण (Dip Transfer or Short Circuit Transfer)—जब इलैक्ट्रोडों का आर्क वाला सिरा पिघलना प्रारम्भ होता है, तो वह गोलाकार हो जाता है एवं मोल्टन पूल (Molten Pool) से आधार धातु का स्पर्श करने के बाद अलग हो जाता है इसका नाम लघु परिपथीय स्थानान्तरण इसलिये रखा गया क्योंकि यह इलैक्ट्रोडों के सिरों व आधार धातुओं से सम्पर्क कर लघु परिपथ बनाता है। इस समय आर्क बुझ जाता है लेकिन जैसे ही यह बूँद इलैक्ट्रोड से अलग होती है तब एक खुले परिपथ (Open Circuit) का निर्माण होता है एवं आर्क पुन: जीवित हो जाता है। लघु परिपथों की पुर्नावृत्ती निम्न दो कारणों से होती है—

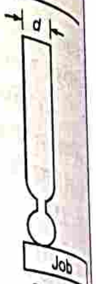
(i) इलैक्ट्रोड तथा कार्यखण्डों के किनारे-वोल्टता का निर्माण होने के कारण—
(Due to Voltage Across the electrode and workpiece)

(ii) आर्क की प्रभावी लम्बाई पर (Effective Length of Arc)

क्रान्तिक वोल्टता पर लघु परिपथ आवृत्ती सर्वाधिक होती है। सामान्यत: वोल्टता 20-200 लघुपरिपथ प्रति सेकण्ड है।

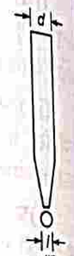
(2) स्वतंत्र उड़ान स्थानान्तरण (Free Flight Transfer)—स्वतंत्र उड़ान स्थानान्तरण प्रक्रम में इलैक्ट्रोड के सिरों से पिघली हुयी धातु की बूँदें आर्क से पास होकर कार्यखण्डों पर गिरती है। बूँदों के स्वतंत्र रूप से गिरने के कारण इस प्रक्रम को स्वतंत्र उड़ान स्थानान्तरण कहते हैं। यह निम्नलिखित 4 प्रकार का होता है—

(i) जैट प्रारूपी स्थानान्तरण (Jet Type Transfer)—इस प्रक्रम में बूँद का व्यास इलैक्ट्रोड के व्यास का लगभग आधा ही होता है। बूँदों का एक जेट बनाकर कार्यखण्डों पर निरंतर गिराया जाता है। इस प्रक्रम में विद्युत चुम्बकीय बल (Electro magnetic Force) के कारण से नेक (Neck) का निर्माण होता है, एवं कार्यखण्डों की तरफ प्रक्षेपित (Projected) होती है। इस क्रिया में आर्क का निर्माण करने वाला सिरा प्राय: तिरक्षा (Tapered) होता है।



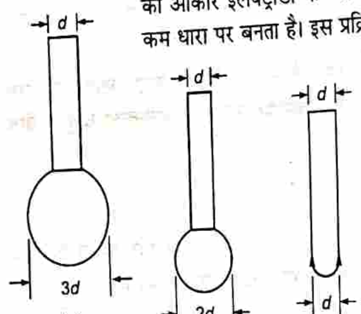
चित्र 142

(ii) फुहार प्रारूपी स्थानान्तरण (Spray Type Transfer)—इस प्रक्रम में बूँदों का व्यास प्राय: इलैक्ट्रोडों के व्यास के लगभग बराबर होता है। इसमें बूँदें एक स्प्रे या फुहार के रूप में निरन्तर गिरती रहती है। फुहार प्रारूपी स्थानान्तरण लघु आर्कों तथा उच्च धारा के प्रवाहित होने पर प्राप्त होता है। इस प्रक्रिया में धातु का बिखराव ज्यादा होता है परन्तु आर्क स्थिर रहता है। इसकी भेदन क्षमता भी जैट की तुलना में ज्यादा होती है। इस प्रक्रिया द्वारा प्राप्त वैल्ड बीड स्वच्छ, अच्छी एवं सुदृढ़ प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया का उपयोग प्राय: मोटी सीटों की बैल्डिंग में किया जाता है।



चित्र 143

(iii) ग्लोबर प्रारूपी स्थानान्तरण (Glowber Type Transfer)— इस प्रक्रम में बूँदों का आकार इलैक्ट्रोडों के व्यास का लगभग दो गुना होता है। यह प्राय: दीर्घ आर्कों एवं कम धारा पर बनता है। इस प्रक्रिया में धातु बिखराव के कारण ही धातु का व्यास अधिक होता है। इस प्रारूप द्वारा उत्पन्न आर्क की भेदन क्षमता भी अधिक होती है। इस प्रक्रम का उदाहरण धातु निष्क्रिय गैस वैल्डिंग (MIG), शील्ड धातु आर्क वैल्डिंग में देखने को मिलता है।



चित्र 12 चित्र 12

(iv) सब थ्रेसोल्ड प्रारूपी स्थानान्तरण (Sub Threshold Type Transfer)—इस प्रक्रम में बूँदों का व्यास इलैक्ट्रोडों के व्यास का लगभग तीन गुना होता है। यह प्रक्रम प्राय: मध्यम आर्कों में उत्पन्न होता है। धातु की बूंदे इलैक्ट्रोड के सिरों से गुरुत्वाकर्षण बल के कारण सीधे वैल्ड पूल (Weld Pool) में गिरता है। धातु की बूंदें का अधिक समय तक इलैक्ट्रोडों से चिपके रहने के कारण आकार में अत्यधिक बढ़ जाती है (चित्र-144)।

1.3.33 धातुओं के स्थानान्तरण में लगने वाले विभिन्न बल (Different Forces Acting in Metal Transfer)

इलैक्ट्रोडों के टिप से मुख्य धातु पर वैल्डिंग धातुओं का स्थानान्तरण निम्नलिखित बलों के कारण सम्पन्न होता है—

(i) पृष्ठ तनाव (Surface Tension)—इस प्रकार के बलों का प्रभाव द्रवीय बूँदों (Liquid Drops) की स्थिति में इलैक्ट्रोड के सिरों पर होता है। यह एक प्रकार का विरोध पैदा करने वाला बल होता है, जो कि बूँदों को उनकी प्रारम्भिक स्थिति में रखने की कोशिश करता है। जब बूँद इलैक्ट्रोड से अलग होती है तो यह बल कार्य करता है। जब बूँद इलैक्ट्रोड से अलग होने वाली स्थिति में होती है तो पृष्ठ तनाव का कारण उसका स्वयं का भार ही होता है। जो कि निम्न गणितीय सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है—

$$F_s = 2\pi \, y \, a \, \psi \left[\frac{a}{c}\right]$$

जहाँ a = इलैक्ट्रोड की त्रिज्या, γ = पृष्ठ तनाव, ρ = पदार्थ का घनत्व c = धातु का केशत्व स्थिरांक $= \frac{r}{g\rho}$

$\therefore \psi\left[\frac{a}{c}\right]$ एक Complex function है जिसका मान **0·6 से 1·6** के बीच होता है। साधारणत: प्रयोग की जाने वाली धातुओं के लिये इसका मान निम्नवत् होता है—

$$\psi\left[\frac{a}{c}\right] = 1{\cdot}0 + 02{\cdot}0 \qquad \text{जब } [a < 0{\cdot}15]$$

$$\psi\left[\frac{a}{c}\right] = 0{\cdot}625 \qquad \text{जब } [0{\cdot}15 < a < 1{\cdot}0]$$

जहाँ पर a इलैक्ट्रोड की त्रिज्या है जो कि cm में होती है।

(ii) गुरुत्वीय बल (Gravitational Force)—न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियमानुसार पृथ्वी प्रत्येक वस्तु को एक बल के कारण अपनी तरफ आकर्षित करता है। यह बल गुरुत्वीय या गुरुत्वाकर्षण बल कहलाता है। इसी बल के कारण पिघली धातु की बूँदें पैरेनट मैटल की तरफ आकर्षित होती हैं। इस बल की प्रतिक्रिया के परिणामस्वरूप एक अन्य बल जिसे की धारक बल (Retaining Force) कहा जाता है, भी अपना कार्य करता है। इसे F_g द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जिसका मान निम्न गणितीय सूत्र से प्राप्त होता है—

$$F_g = g\rho V$$

जहाँ ρ = धातु का घनत्व, V = एक बूँद का आयतन, g = गुरुत्वाकर्षण बल

यदि जब वैल्डिंग समतल में की जाती है, तब यह बल पृथक्कारी बल के रूप में कार्य करता है परन्तु जब वैल्डिंग शिरोपरी स्थिति में की जाये तो यह बल मंदन बल (Retarding Force) की तरह कार्य करता है। जब विरोधी धक्का बल (Back Thrust Force) तथा पृष्ठ तनाव बलों का मान गुरुत्वीय बल के मान से कम हो तभी बूँद पिघलकर पूल को स्थानान्तरित करती है।

(iii) विद्युत चुम्बकीय बल (Electro Magnetic Force)—यह बल तब उत्पन्न होता है जब धारा चालक में से प्रवाहित होती है। इलैक्ट्रोड का विद्युत चुम्बकीय बल पिघले हुए पूल को टिप से पृथक कर देता है। इसे F_m से दर्शाया जाता है। जिसकी गणना निम्नलिखित गणितीय सूत्र से कर सकते हैं—

$$F_m = \left[\frac{I^2}{200}\right]_{\log_e} \left[\frac{A_2}{A_1}\right]$$

जहाँ पर I = धारा (amp), A_1 = धारा के प्रवेश के समय चालक का क्षेत्रफल, A_2 = धारा के निकास के समय चालक का क्षेत्रफल है।

प्राय: चुम्बकीय बल भी द्रवस्थैतिक दाब (hydrostatic pressure) के कारण ड्रोप पर उत्पन्न होते हैं। माना त्रिज्या r है तथा यह धारा प्रवाह के साथ समकोण का निर्माण करती है तब दाब (P)—

$$P = \frac{I^2}{100\pi R^2}\left[1 - \frac{r^2}{R^2}\right]$$

जहाँ I = धारा, R = ड्रोप की अधिकतम त्रिज्या (m), P = दाब (Dyne/cm)

ड्रॉप के अनुसार चुम्बकीय दाब का मान अधिकतम होता है तथा उच्च धारा घनत्व लगभग 10^4 Amp/cm^2 पर ड्राप लंबी हो जाती है जो Neck Formation तथा बूँदों (Drops) को अलग करने में मदद करता है। सूत्र से स्पष्ट ज्ञात होता है कि धारा को बढ़ाकर एवं आर्क लम्बाई घटाकर विद्युत चुम्बकीय बलों का मान बढ़ा सकते हैं।

(iv) गैस प्रवाह के कारण उत्पन्न गतिकीय द्रवीय बल (Hydro Dynamic Forces due to Gas Flow)—प्राय: फ्लक्स कोटिंग के कारण इलैक्ट्रोड मंद गति से पिघलते हैं पर कोर तार तीव्रता से पिघल जाती है जिसके कारण इलैक्ट्रोड टिप पर एक Sheath का निर्माण हो जाता है। सभी इलैक्ट्रोड मूलत: सेल्युलोज Celleuse के अवयवों के

द्वारा बने होते हैं। सेल्युलोज का गुण होता है कि यह जलने के समय अधिक गैस उत्पन्न करते हैं। प्राय: उच्च तापक्रम पर सेलुलोज के कारण उत्पन्न गैस विस्तरित हो जाती है जो कि एक क्रेटर का निर्माण करती है।

धातु स्थानान्तरण का वर्गीकरण

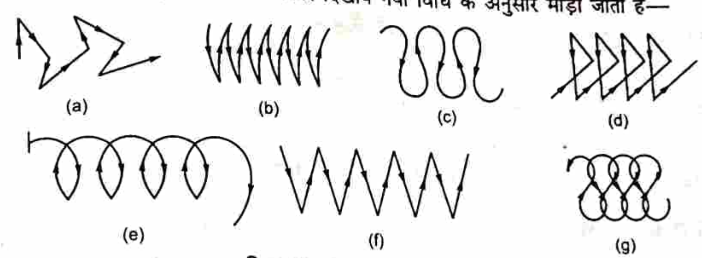
क्रमांक	स्थानान्तरण के प्रकार (Types of Transfer)	वैल्डिंग प्रक्रम के प्रारूप (Types of Welding Process)
1	स्वतंत्र उड़ान स्थानान्तरण	—
1.1	ग्लोबर स्थानान्तरण	—
1.1.1	पात स्थानान्तरण	MIG
1.1.2	प्रतिकर्षित स्थानान्तरण	MAG (CO_2 गैस के साथ)
1.2	फुहार स्थानान्तरण	MIG, MAG (गैसों के मिश्रण के साथ)
1.2.1	प्रक्षेपित स्थानान्तरण	Al की वैल्डिंग MIG विधि में
1.2.2	स्रोत स्थानान्तरण	प्लफ्ड आर्क वैल्डिंग (Pluffed Arc Welding)
1.2.3	घूर्णन स्थानान्तरण	MIG (गैसों के मिश्रण के साथ)
1.3	विस्फोटक स्थानान्तरण	प्लाज्मा MIG वेल्डन, MIG तथा MAG वैल्डन प्रक्रम उच्च धारा घनत्वों पर धातु आर्क वेल्डन
2	सेतुन स्थानान्तरण	—
2.1	लघुपथ स्थानान्तरण	छोटी आर्क प्रक्रम की MIG वैल्डिंग में
2.2	बिना रूकावट के संतु स्थानान्तरण	ठंडे या गर्म तार के वैल्डन में
3	धातुमल रक्षित स्थानान्तरण	—
3.1	फ्लक्स-दीवार गाइड स्थानान्तरण	सब्मर्जड आर्क वैल्डिंग में (SAW)
3.2	अन्य विधियाँ	धातु आर्क, इलैक्ट्रोस्लैग, कोरड तार इत्यादि में।

1.3.34 वीविंग (Weaving)

दोषरहित वैल्डिंग प्राप्त करने के लिए वीविंग की जरूरत पड़ती है। यदि किसी विशेष स्थान पर परिस्थितियों के कारण अधिक वैल्ड मैटल को जोड़ पर थोपा जाता है तो वीविंग की जरूरत पड़ती है। वीविंग से तात्पर्य इलैक्ट्रोड को वैल्डिंग के समय एक विशेष प्रकार से घुमाने से होता है। घुमाने के कारण वैल्ड मैटल के किनारे पैरेन्ट मैटल के साथ मिल जाते हैं जिसके कारण फ्यूजन तथा पेनीट्रेशन उचित प्राप्त होता है। जिस बीड में वीविंग की जाती है वह वीव बीड (Weave Bead) कहलाती है परन्तु जब बीड में वीव नहीं किया जाता है तो उस प्रक्रिया को स्ट्रिंजर बीड (Stringer Bead) कहा जाता है। वीविंग प्रक्रिया द्वारा निम्न दोषों को दूर कर सकते हैं—

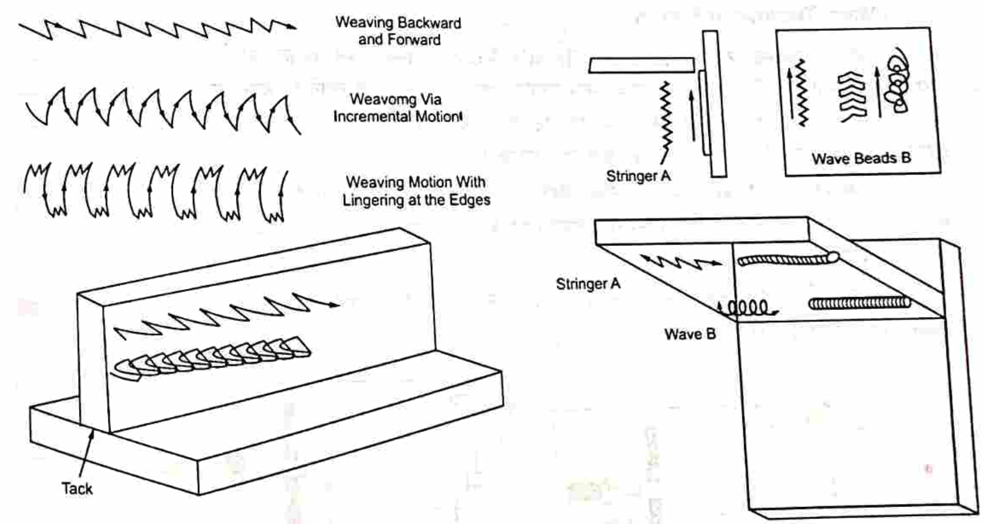
(1) उपयुक्त पैनीट्रेशन बनाने में सहायता करते हैं।
(2) साइडो के साथ अच्छा फ्यूजन बनाने में।
(3) अच्छ आकार एवं आर्क-क्रम तथा प्रोफाइल की बीड़ प्राप्त होती है।
(4) प्राप्त बीड अंडरकट, ओवर लैप, स्लैग इन्क्लूजन इत्यादि दोषों से रहित होती है।
(5) स्टीरिंग एक्शन के कारण वैल्ड मैटल में संरंध्रता (Porosity) नहीं आती है।

वीविंग के लिये प्राय: इलैक्ट्रोडों को निम्न प्रकार दिखाये गयी विधि के अनुसार मोड़ा जाता है—



चित्र 145 : Methods of Weaving

1.3.35 बीडिंग (Beading)



चित्र 146 : वीविंग तथा बीडिंग

जब किसी कार्य खण्ड पर एक आर्क बनाकर एक धातु की परत बिछा दी जाये तो यह प्रक्रिया बीडिंग कहलाती है। आर्क बनने के कारण जो ऊष्मा पैदा होती है उससे इलैक्ट्रोड तथा कार्यखण्ड दोनों पिघल जाती है। पिघलने के पश्चात् ये धातु आपस में मिल जाती है तथा ठंडी होकर एक परत बनाती है। यह परत बीड कहलाती है बीड बनाने की इस क्रिया को ही बीडिंग कहते हैं। अच्छी बीड में प्राय: निम्न गुण होते हैं—

(1) बीड की लम्बाई समान रहनी चाहिए।

(2) संरंध्रता रहित होनी चाहिए।
(3) अंडरकट ओवरलैप तथा स्लैग इन्क्लूजन दोषों रहित हो।
(4) साइडो के साथ फ्यूजन उचित होना चाहिए।
(5) पैनीट्रेशन अच्छी व एक समान होनी चाहिए।
(6) बीड वांछित स्थान पर बननी चाहिए।
(7) पैरेन्ट मैटल तथा इलैक्ट्रोड परस्पर अच्छी भाँति मिलने चाहिए।

1.3.36 पैडिंग (Padding)

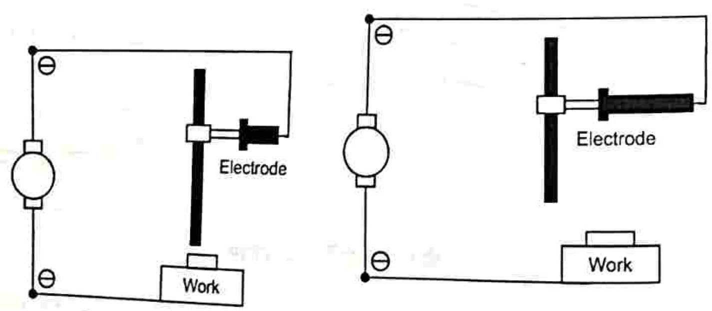
जब किसी धातु की सतह पर उसी धातु की या अन्य किसी धातु की परत बिछायी जाये तो परत बिछाने की यह क्रिया पैडिंग कहलाती है। इस विधि का उपयोग अनुरक्षण (Maintenance) के कार्यों में किया जाता है। इस प्रक्रिया में वैल्डिंग बीड्स को परस्पर एक दूसरे के ऊपर चढ़ाकर बनाते हैं इसके पश्चात् मशीनिंग द्वारा इसका सही आकार तथा साइज प्राप्त कर लेते हैं।

1.3.37 प्रमुख तकनीकी पद (Main Technical Terms)

(1) ओपन सर्किट वोल्टेज (Open Circuit Voltage)—ओपन सर्किट वोल्टेज खाली वैल्डिंग मशीनों द्वारा प्राप्त वोल्टेज होता है। यह वोल्टेज प्राय: आर्क निर्माण तथा आर्क को स्थिर रखने में काम आता है ट्राँसफार्मरों में इसका मान लगभग 80 volt तथा जैनरेटरों से आपरेटित सैटों में इसका मान लगभग 100 volt होता है। अधिक वोल्टेज प्राय: असुरक्षित होते हैं इसलिये वोल्टेज का मान कम ही रखा जाता है।

(2) पोलेरिटी (Polarity)—डी० सी० सैटों में जॉब की संरचना के आधार पर पोलेरिटी को चयनित किया जाता है। वहीं ए० सी० सैटों में पोलेरिटी निरंतर बदलते रहने के कारण पोलेरिटी का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। पोलेरिटी प्राय: दो मुख्य प्रकार की होती है—

(i) सीधी पोलेरिटी (Straight Polarity)—सीधी पोलेरिटी प्रक्रिया में इलैक्ट्रोड को ऋणात्मक एवं कार्यखण्डों को धनात्मक रखते हैं।



(a) Straight Polarity (b) Reverse Polarity

चित्र 147

(ii) विपरीत पोलेरिटी (Reverse Polarity)—इस प्रक्रिया में इलैक्ट्रोड को धनात्मक रखते हैं। वहीं कार्यखण्ड को ऋणात्मक पोल पर रखते हैं। इस प्रक्रिया में सम्पूर्ण ताप का 66% इलैक्ट्रोड पर बनता है जिस कारण इलैक्ट्रोड अधिक पिघलता है। इस प्रक्रिया द्वारा पतली चादरों, एल्युमीनियम इत्यादि को वैल्ड किया जाता है।

(iii) आर्क वोल्टेज (Arc Voltage)—जब इलैक्ट्रोडों के द्वारा आर्क का निर्माण होता है तो खुला परिपथ वोल्टेज घटकर 18 – 34 volt के मध्य ही रह जाता है। यह प्राय: आर्क की लम्बाई के समानुपाती होती है। आर्क की लम्बाई घटाने पर आर्क की वोल्टेज भी घट जाती है तथा धारा बढ़ जाती है। आर्क लम्बाई बढ़ने पर वोल्टेज बढ़कर धारा का मान कम कर देता है।

(iv) सम्पर्क प्रतिरोध (Contact Resistance)—यदि दो सुचालकों की सतहों को परस्पर मिलाते हैं तो एक वायु अंतराल उत्पन्न हो जाता है। धारा प्रवाहित करने पर इलैक्ट्रान इस वायु अंतराल को उछलकर पार कर जाते हैं। जिसके कारण से एक प्रतिरोध कार्यरत हो जाता है। इस प्रतिरोध को ही सम्पर्क प्रतिरोध कहा जाता है। इसका मान प्रतिरोध से कई गुना होता है।

(v) ड्यूटी साइकिल (Duty Cycle)—यदि जब कोई भी मशीन लगातार कार्य करती रहती है तो उसके सीमा से अधिक गर्म होने के कारण दुर्घटना हो जाने का खतरा बढ़ जाता है। यह उस समय को प्रदर्शित करती है जितने समय तक मशीन अपनी पूर्ण क्षमता पर सुरक्षित रहकर कार्य कर सके। इसे D.C. द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

$$\text{ड्यूटी साइकिल} = \frac{\text{मशीन द्वारा कार्य करने का वास्तविक समय}}{\text{उस कार्य का करने में लगा सम्पूर्ण समय}} \times 100$$

$$D.C. = \frac{\text{Real Time}}{\text{Total Time}} \times 100$$

(vi) धातु की प्लास्टिक स्थिति (Plastic Condition of Metal)—साधारण शब्दों में यदि किसी वस्तु पर लगाया गया बल हटाने के पश्चात् धातु अपनी साम्यावस्था या पूर्वावस्था में लौट आती है तो यह गुण प्लास्टिक गुण कहलाता है एवं बल की यह सीमा प्लास्टिक सीमा कहलाती है। यदि किसी धातु को प्लास्टिक सीमा से अधिक मोड़ा जाये तो वह टूट जाता है। यदि कोई धातु सामान्य ताप पर तन्य हो फिर उसका तापमान बढ़ाने पर एक निश्चित ताप पर वह पूर्णतय: प्लास्टिक अवस्था में बदल जाता है।

(vii) पावर फैक्टर (Power Factor)—किसी भी विद्युत सर्किट में यदि कोई इन्डक्टिव या कैपेसिटिव लोड (Inductive & capactive load) लगा होने के कारण वोल्टेज में एक Phase difference उत्पन्न हो जाता है। इसे ϕ द्वारा प्रदर्शित करते हैं। इस कोण के कोसाइन को ही पावर कहते हैं। यदि इन्डक्टिव लोड की पावर निकाली जाती है तो इस पावर फैक्टर ($\cos\phi$) से गुणा कर शक्ति का मान ज्ञात किया जाता है। शक्ति को ज्ञात करने का गणितीय सूत्र निम्न है—

$$W = V.I \quad \text{(शुद्ध रेजिस्टिव लोड के लिये)}$$

$$W = C.I.\text{Cos}\phi \quad \text{(शुद्ध इंडक्टिव लोड के लिये)}$$

1.3.38 प्रतिरोध वैल्डिंग प्रक्रम (Resistance Welding Process)

प्रतिरोध वैल्डिंग का प्रयोग धातु की चादरों को जोड़ने में किया जाता है। इसकी प्रमुख विशेषता यह है कि इसमें किसी प्रकार की फिलर रॉड या इलैक्ट्रोड्स की अलग से आवश्यकता नहीं पड़ती है। यह इस सिद्धान्त पर कार्य करता है कि प्रतिरोध के कारण उत्पन्न होने वाली ऊष्मा तीन घटकों पर निर्भर करती है धारा परिमाण, बहने वाली धारा के प्रतिरोध एवं धारा प्रवाह में लगने वाला समय।

ओम के नियम के अनुसार,

$$V = IR$$
$$H = IVt$$
$$= I(IR)t$$
$$H = I^2Rt$$

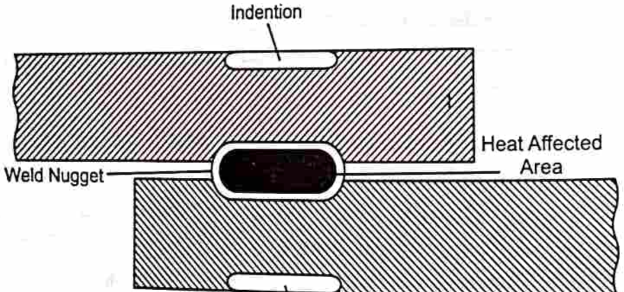
जहाँ H = उत्पन्न ऊष्मा (Joule) में, I = बहने वाली धारा (amp) में, R = प्रतिरोध (Ohm) में एवं t = धारा प्रवाह में लगा समय (sec) में।

उपरोक्त सिद्धान्त से यह सिद्ध होता है कि उत्पन्न होनी वाली ऊष्मा धारा के वर्ग एवं प्रतिरोध के समानुपाती होती है। प्रतिरोध का मान कम करने हेतु जोड़े जाने वाली सतहों में वैल्डिंग के स्थान पर दबाव डाला जाता है। इस कारण उस स्थान विशेष पर धारा प्रवाह बढ़ जाता है। जिस कारण दोनों चादर पिघलकर अपनी प्लास्टिक अवस्था में आ जाती है। उस पर एक दबाव डालकर दोनों को परस्पर जोड़ दिया जाता है। इस दबाव के कारण जो जोड़े बनते हैं। उसे नगेट (Nugget) कहते हैं।

वैल्डिंग का वर्गीकरण

वैल्डिंग को निम्न श्रेणी में वर्गीकृत किया गया है—

1. प्रतिरोध वैल्डिंग (Resistance Welding)



चित्र 148

(a) बट प्रतिरोध वैल्डिंग (Butt Resistance Welding)
(b) स्पाट प्रतिरोध वैल्डिंग (Spot Resistance Welding)
(c) सीम प्रतिरोध वैल्डिंग (Seam Resistance Welding)
(d) प्रोजेक्शन प्रतिरोध वैल्डिंग (Projection Resistance Welding)
(e) पर्कुजन प्रतिरोध वैल्डिंग (Percussion Resistance Welding)

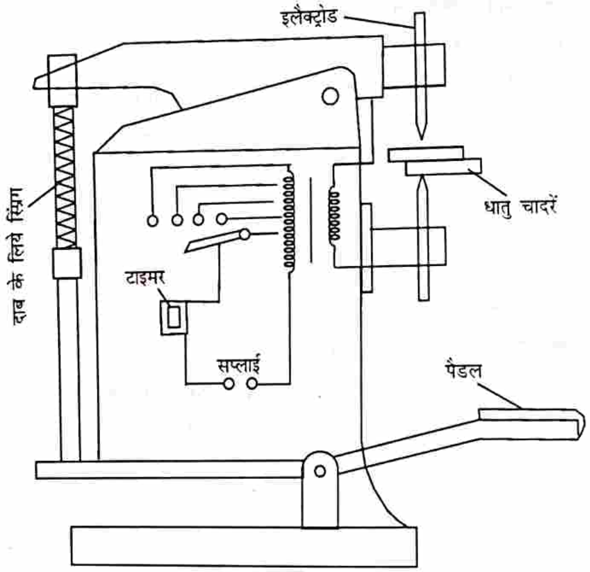
2. **थर्मिट वैल्डिंग (Thermit Welding)**
3. **आर्क वैल्डिंग (Arc Welding)**
   (a) कार्बन आर्क वैल्डिंग (Carbon Arc Welding)
   (b) मेटल-आर्क वैल्डिंग (Metal Arc Welding)
   (c) मेटल-इर्नट गैस वैल्डिंग (Metal Inert Gas Welding)
   (d) टंगस्टन इर्नट गैस वैल्डिंग (Tungustan Inert Gas Welding)
   (e) प्लास्मा आर्क वैल्डिंग (Plasma Arc Welding)
   (f) सबमर्जड आर्क वैल्डिंग (Submerged Arc Welding)
   (g) इलेक्ट्रो-स्लैग आर्क वैल्डिंग (Electro Slag Arc Welding)
4. **गैस वैल्डिंग (Gas Welding)**
   (a) आक्सी-ऐसीटिलीन गैस वैल्डिंग (Oxy-acetylen Gas Welding)
   (b) आक्सी-हाइड्रोजन गैस वैल्डिंग (Oxy-Hydrogen Gas Welding)
5. **ठोस अवस्था वैल्डिंग (Soild State Welding)**
   (a) घर्षण वैल्डिंग (Fricition Welding)
   (b) अल्ट्रासोनिक वैल्डिंग (Ultrasonic Welding)
   (c) डिफ्यूजन वैल्डिंग (Diffusion Welding)
   (d) एक्सप्लोसिव वैल्डिंग (Explosive Welding)
6. **नवीनतम् वैल्डिंग प्रक्रम (Newer Welding Process)**
   (a) इलेक्ट्रॉन-बीम वैल्डिंग प्रक्रम (Electron Beam Welding Process)
   (b) लेजर-बीम वैल्डिंग प्रक्रम (Laser Beam Welding Process)
7. **वैल्डिंग संबंधित प्रक्रम**
   (a) कटाई प्रक्रम (Cutting Process)
   (b) फेसिंग प्रक्रम (Facing Process)
   (c) ब्रेजिंग प्रक्रम (Brazing Process)
   (d) सोल्डरिंग प्रक्रम (Soldering Process)

1.3.39 प्रतिरोध वैल्डिंग प्रक्रमों का वर्गीकरण (Classification of Resistance Welding Processes)

जोड़ने की विधि के आधार पर प्रतिरोध वैल्डिंग को निम्न भागों में विभाजित किया गया है—

(i) स्पॉट वैल्डिंग (Spot Welding)
(ii) सीम वैल्डिंग (Seam Welding)
(iii) प्रक्षेप या प्रोजेक्शन वैल्डिंग (Projection Welding)
(iv) पर्कुजन वैल्डिंग (Percussion Welding)
(v) बट वैल्डिंग (Butt Welding)

(i) स्पॉट प्रतिरोध वैल्डिंग (Spot Resistance Welding)—नीचे दिये गये चित्र-2 में एक स्पॉट वैल्डिंग मशीन दर्शायी गयी है। इसका मुख्य घटक ट्रान्सफार्मर होता है जिसमें कि ताँबा या काँसा की निर्मित चल एवं स्थिर दो भुजाओं में इलैक्ट्रोड लगे रहते हैं। यह एक प्रकार की पैर चलित मशीन होती है। प्राय: हम स्टैप डाउन ट्राँसफार्मर का प्रयोग विद्युत प्रवाह हेतु करते हैं। चल इलैक्ट्रोड का सम्बन्ध एक पैड़ल द्वारा होता है। जोड़े जानी वाली धातुओं की दोनों चादरों को व्यवस्थित ढंग से इलैक्ट्रोड के मध्य से गुजारते हुये पैड़ल दबाकर यांत्रिक दाब डाला जाता है। धारा एवं स्पर्श प्रतिरोध दोनों चादरों के मध्य स्पर्श बिन्दुओं पर अधिक ऊष्मा उत्पन्न कर देते हैं। जिस कारण स्पर्श बिन्दु के समीप दोनों चादर परस्पर पिघलकर जोड़ का निर्माण करती हैं। स्पॉट वैल्डिंग प्रक्रम हेतु प्रत्यवर्ती विद्युत धारा द्वारा उत्पन्न ऊष्मा सर्वाधिक उपयोगी होती है। इस धारा को स्टैप डाउन ट्राँसफार्मर की सहायता से सरलतापूर्वक वांछित धारा एवं वोल्टेज में परिवर्तित किया जा सकता है। व्यवस्थित आरेख निम्न है।



चित्र 149 :स्पॉट वेल्डिंग मशीन की संरचना

स्पॉट वैल्डिंग के अनुप्रयोग (Applications of Spot Welding)

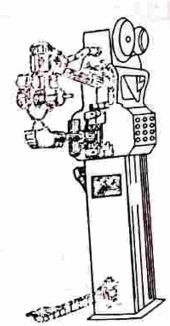
(1) रिवेट के स्थान पर जोड़ो के निर्माण हेतु इनका प्रयोग होता है।

(2) चढ़ाव जोड़ (Lap Joint) बनाने हेतु।

(3) वायुरोधक (Air tight) एवं जलसह (Water Proof) जोड़ों के निर्माण में।

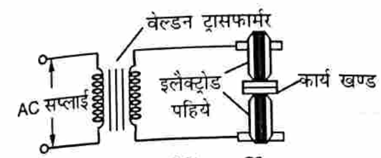
(4) इनके द्वारा ट्रक, ट्रैक्टर, बस, कार, स्कूटर, मोटर साईकिलों इत्यादि वाहनों के ढ़ांचों का निर्माण भी किया जाता है।

(ii) सीम प्रतिरोध वैल्डिंग (Seam Resistance Welding)—सीम वैल्डिंग को सीमन या संस्तर वैल्डिंग भी कहा जाता है। इस वैल्डिंग प्रक्रम की सहायता से सतत् जोड़ बनाते हैं। इस प्रक्रम में बिन्दु या स्पॉट की एक सतत् शृंखला होती है। इस प्रक्रम का सचित्र वर्णन नीचे दिये गये चित्र (5) में प्रदर्शित किया गया है। इस मशीन में इलैक्ट्रोड

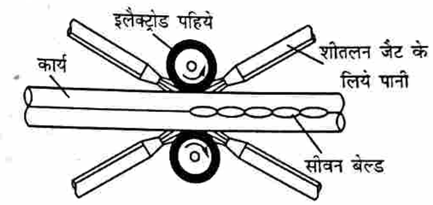


चित्र 150 :सीम वेल्डिंग मशीन

प्राय: घूर्णी आकृति के होते हैं। जो कि यांत्रिक दाब लगाने पर जोड़ का निर्माण करते हैं। दोनों घूर्णी चक्र विपरीत दिशा में घूर्णन गति करते हैं। धातु की चादरों को दाब डालते हुये दोनों इलैक्ट्रोडों के बीच से आगे की ओर गुजारा जाता है। स्पर्श एवं धारा प्रतिरोध द्वारा पैदा होने वाली ऊष्मा दोनों चादरों को ग्लनांक बिन्दु तक पहुँचाकर जोड़ का निर्माण करता है। सतत् विद्युत धारा, धारा प्रवाह अवधि, यांत्रिक दाब, इलैक्ट्रोड की चाल इस प्रकार एक सम्बन्ध स्थापित होता है कि वह एक उच्च गुणवत्ता के जोड़ का निर्माण कर सके।



चित्र 151 : सीम वेल्डिंग सर्किट डायाग्राम



चित्र 152 : सीम वेल्डिंग प्रोसेस का वर्धित रूप

सीम वैल्डिंग मशीन की युक्तियाँ (Equipments of Seam Welding Machine)

सीम वैल्डिंग मशीन के निम्नलिखित प्रमुख उपस्कर होते हैं—

(i) विद्युत शक्ति स्त्रोत (Electric Power Source)

(ii) इलैक्ट्रोड्स पर यांत्रिक दबाव लगाने वाला साधन या पैड़ल।

(iii) इलैक्ट्रोड्स एवं कार्यखण्डों को पकड़ने वाली युक्ति।

(iv) नियंत्रक (Controller) जिसका प्रमुख कार्य विद्युत धारा प्रवाह एवं कार्यखण्डों की गति में सामंजस्य बैठाने का है।

(v) इलैक्ट्रोड्स को गति प्रदान करने वाला एवं कार्यखण्ड का संचालन करने का साधन।

सीम वैल्डिंग के लाभ (Advantages of Seam Welding)

सीम वैल्डिंग के अन्य विधियों की अपेक्षा निम्न लाभ हैं—

(i) स्पॉट वैल्डिंग के व्यास की अपेक्षा सीम वैल्डिंग की चौड़ाई कम ही होती है।

(ii) इस प्रक्रम द्वारा बनाया गया जोड़ अधिक द्रवरोधी होता है।

(iii) स्पॉट वैल्डिंग प्रक्रम की अपेक्षा सीम वैल्डिंग प्रक्रम में चादरों का अतिव्यापन (over lapping) कम होता है।

(iv) इस प्रक्रम द्वारा बनाये गये जोड़ों की सामर्थ्य अधिक होती है।

(v) इस प्रक्रम द्वारा चढ़ाव (Lap) एवं कुंद (Butt) दोनों ही प्रकार के जोड़ों का निर्माण किया जा सकता है।

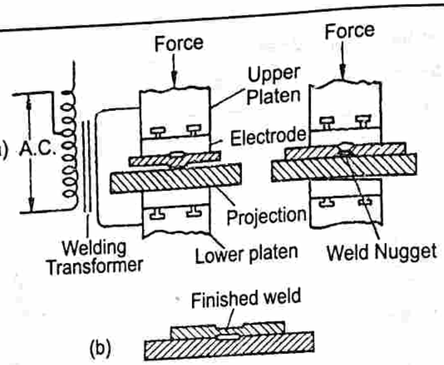
सीम वैल्डिंग के अनुप्रयोग (Applications of Seam Welding)

(i) इस प्रक्रम द्वारा जलरोधी, भापरोधी, गैसरोधी एवं वायुरोधी टंकियों का निर्माण किया जाता है।

(ii) इस प्रक्रम द्वारा 20 Swg तक के परिच्छेदों को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।

(iii) इसका प्रयोग कर ट्राँसफार्मर टैंक, फ्रिज टैंक, गैसोलीन टैंक इत्यादि का निर्माण किया जाता है।

(iii) प्रोजेक्शन वैल्डिंग अथवा प्रक्षेप वैल्डिंग (Projection Welding)—इस प्रक्रम में भी वैद्युत धारा एवं यांत्रिक दाब द्वारा जोड़ का निर्माण किया जाता है। इसी कारण यह प्रक्रम स्पॉट वैल्डिंग प्रक्रम के समान होता है परन्तु इसकी मशीन के इलैक्ट्रोड नुकीले (Pointed) नहीं होते हैं, यह चपटे होते हैं। इनके सिरे प्राय: दीर्घ होते हैं। जिन चादरों को वैल्ड करना होता है उनमें से किसी एक या दोनों चादरों को मशीन या बंकन विधि द्वारा प्रक्षेपित (Projected) किया जाता है। इसके



चित्र 153 (a) : Projection Welding

बाद दोनों चादरों को मशीन की डाइयों के मध्य ठीक प्रकार से स्थापित करते हैं। इस कारण इन दोनों चादरों का पारस्परिक सम्पर्क कुछ प्रक्षेपित बिन्दुओं पर बनता है। विद्युत धारा प्रवाह के कारण प्रक्षेप पिघल जाते हैं एवं यांत्रिक दाब लगाने पर दबकर वैल्ड़ जोड़ का निर्माण करते हैं।

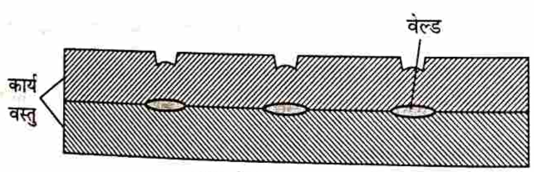
इस प्रक्रम हेतु प्रोजेक्शन वैल्डिंग मशीन का प्रयोग किया जाता है जोकि मूलत: दाब प्रारूपी होती है। इसकी क्रियाविधि लगभग स्पॉट वैल्ड़ मशीन के समान होती है। चित्र (a) & (b) में व्यवस्थित आरेख प्रदर्शित किया गया है।

सावधानियाँ (Precautions)—इस प्रकार के जोड़ों का निर्माण करते समय निम्न बातों का विशेष ध्यान रखना चाहिये—

(i) प्रक्षेपों को सुगमतापूर्वक यथाचित निर्मित करना चाहिए।
(ii) प्रक्षेपों के निर्माण करते समय कार्यखण्ड़ों को काटना व छाँटना नहीं चाहिये।
(iii) प्रक्षेपों के निर्माण के समय क्रास वायर जैसे उभारों का उचित प्रयोग करना चाहिये।
(iv) प्रक्षेपों को मजबूत होना चाहिये।
(v) प्रक्षेपों की संरचना इस प्रकार करनी चाहिये कि वैल्डिंग करते समय बिना बाहर निकाले नष्ट हो जायें।

प्रक्षेप वैल्डिंग के अनुप्रयोग (Applications of Projection Welding)—

(i) इसका प्रयोग छोटे अंगो को परस्पर वैल्ड़ करने में किया जाता है।
(ii) इसका उपयोग ज्यादा उत्पादन हेतु किया जाता है।



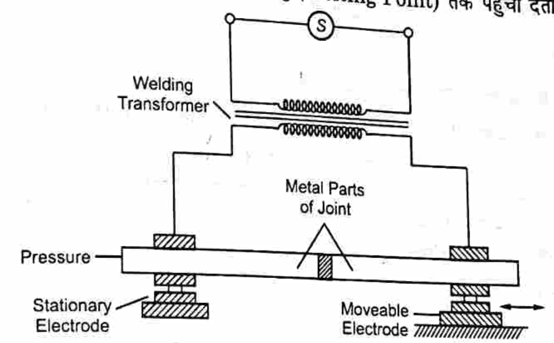
चित्र 153 (b) : प्रोजेक्शन वेल्डिंग द्वारा बनाये गये मेटल-वेल्ड

नीचे दिये गये चित्र में प्रोजेक्शन वैल्ड़ द्वारा बनायी गयी वैल्ड़ बीड दर्शायी गयी है।

(iv) बट वैल्डिंग (Butt Welding)—इस प्रक्रम में कार्यखण्ड़ों के सिरों को आमने-सामने रखकर वैल्ड किया जाता है। यह वैल्डिंग दो प्रकार से होती है—

1. अपसैट बट वैल्डिंग 2. फ्लैश बट वैल्डिंग

(1) अपसैट बट वैल्डिंग (Upset Butt Welding)—इस प्रक्रम में दोनों कार्यखण्डों को क्लैम्पों की सहायता से आमने सामने रखा जाता है। वैद्युत धारा प्रवाहित करने पर दोनों कार्यखण्ड़ों के सिरों पर उच्च स्पर्श प्रतिरोध होने की वजह से ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह ऊष्मा सिरों का ताप ग्लनांक बिन्दु (Melting Point) तक पहुँचा देती है। फिर इसके पश्चात्



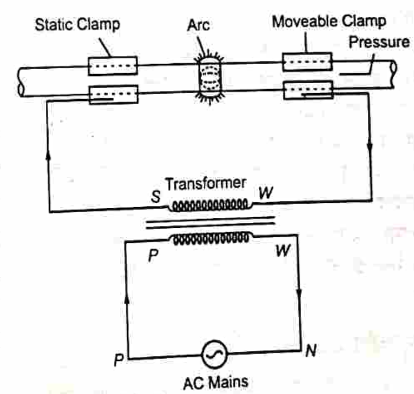
चित्र 154 : Upset Butt Welding

कार्यखण्ड़ों को इसी अवस्था में थोड़े समय के लिए रखकर दोनों कार्यखण्ड़ों पर दाब डाला जाता है। जिसके फलस्वरूप हमें जोड़ प्राप्त होता है। अपसैट वैल्डिंग मशीनें भी दो प्रकार की होती हैं एक हस्तचलित दूसरी हाइड्रोलिक या द्रवचलित। कार्यखण्ड़ों पर लगाये जाने वाले दाब की मात्रा कार्यखण्डों के सिरों के क्षेत्रफल पर निर्भर करती है। दिये गये चित्र (7) में एक Upset Welding मशीन का सर्किट डायाग्राम प्रदर्शित किया गया है।

अनुप्रयोग (Applications)

(i) इस प्रक्रम के द्वारा पाइपों के सिरों को जोड़ा जा सकता है।
(ii) इस प्रक्रम द्वारा बार, रॉड, छड़ों, इत्यादि को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
(iii) इसके द्वारा हम एल्यूमीनियम एलॉय, कॉपर, कार्बन इस्पात, निकिल एलॉय इत्यादि को सरलतापूर्वक वैल्ड कर सकते हैं।

(2) फ्लैश बट वैल्डिंग (Flash Butt Welding)—यह बट वैल्डिंग प्रक्रम का ही एक विकसित रूप है। परन्तु बट वैल्डिंग से भिन्न इसमें कार्यखण्ड़ों के सिरों को परस्पर मिलाकर नहीं रखा जाता है। फ्लैश वैल्डिंग प्रक्रम में दोनों कार्यखण्ड़ों के सिरों को धीरे-धीरे पास लाया जाता है। इसके पश्चात् एक विद्युत आर्क का निर्माण किया जाता है। विद्युत आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा कार्यखण्ड के सिरों का तापमान ग्लनांक बिन्दु तक पहुँचा देती है। तब वैल्ड़ किये जाने वाले सिरों पर दाब ड़ालकर दोनों सिरों को परस्पर मिलाया जाता है, जिसके फलस्वरूप वैल्डिंग प्रक्रम पूर्ण हो जाता है। दिये गये चित्र (8) में फ्लैश बट वैल्डिंग प्रक्रम का सर्किट डायाग्राम प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 155 : Flash Butt Welding

अनुप्रयोग (Applications)

(i) इसका उपयोग ऑटोमोबाइल उद्योग में पार्ट्स बनाने में किया जाता है।

(ii) मोटर वाहनों के बड़े पहियों, धुरियों के निर्माण में।
(iii) इसके द्वारा लौह तथा अलौह दोनों धातुओं को जोड़ा जा सकता है।
(iv) इस प्रक्रम का उपयोग कर असमान धातुओं को भी जोड़ा जा सकता है।
(v) इस प्रक्रम द्वारा पतले दण्ड या बार को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।

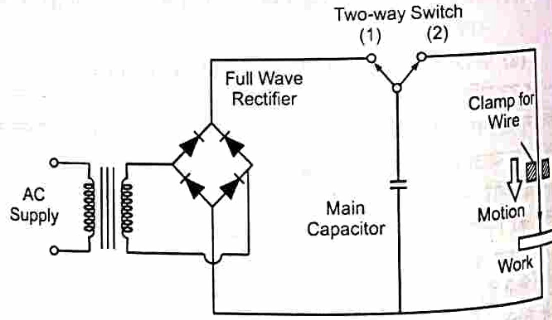
अपसैट बट वैल्डिंग एवं फ्लैश बट वैल्डिंग में अन्तर (Differences between Upset Butt Welding and Flash Butt Welding)

दोनों तकनीकों के अन्तर नीचे दी गयी तालिका में दिये गये हैं—

क्र० सं०	अपसैट बट वैल्डिंग (Upset Butt Welding)	फ्लैश बट वैल्डिंग (Flash Butt Welding)
(i)	वास्तव में यह प्रक्रिया रैजिस्टैंस वैल्डिंग प्रक्रम का उदाहरण है।	यह प्रक्रम आर्क वैल्डिंग प्रक्रिया के अन्तर्गत आता है।
(ii)	इसका उपयोग कर कम क्रॉस सैक्शन की बार को जोड़ा जा सकता है।	इसका प्रयोग कर बड़े सैक्शनों को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
(iii)	इस प्रक्रम में दोनों सिरों को गर्म किया जाता है।	दोनों सिरों के मध्य उत्पन्न होने वाले आर्क के कारण दोनों सिरे गर्म किये जाते हैं।
(iv)	इस प्रक्रम में जोड़े जाने वाले दोनों अवयवों के बीच कोई गैप नहीं रखा जाता है।	इसमें दोनों जोड़े जाने वाले अवयवों के बीच गैप रखा जाता है।
(v)	वैल्ड की जाने वाली दोनों सतहों को समतल कर कर रखना चाहिए।	इस प्रक्रम में दोनों सतहों का समतल होना आवश्यक नहीं होता है।

पर्कुजन वैल्डिंग प्रक्रम (Percusion Welding Process)

इस प्रक्रम का सचित्र वर्णन दिये गये चित्र (9) में किया गया है। विद्युत धारा प्रवाह हेतु फुल वेव रेक्टिफायर का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रम द्वारा प्राय: पतले कार्यखण्डों को जोड़ा जाता है। दोनों कार्यखण्डों को जोड़ने हेतु क्षणिक आर्क की सहायता से परस्पर तीव्र गति से टकराने के पश्चात् जोड़ा जाता है। कार्यखण्डों का क्षेत्रफल कम होने के कारण परस्पर टकराने से पूर्व बना क्षणिक आर्क दोनों कार्यखण्डों को प्लास्टिक अवस्था में ला देता है।



चित्र 156 : Percusion Welding

अनुप्रयोग (Applications)

(i) इस प्रक्रम द्वारा समान एवं असमान दोनों ही कार्यखण्ड सरलतापूर्वक जोड़े जा सकते हैं।
(ii) विद्युत सम्पर्क पुर्जों में ताँबा-टंगस्टन, रजत-टंगस्टन, मालिबिडनम, सोने (Gold) इत्यादि को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।

(iii) ताँबे की मिश्र धातुओं, एल्युमीनियम की मिश्र धातुओं, निकिल की मिश्र धातुओं, निम्न कार्बन इस्पात एवं कार्बन इस्पात को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।

परमाणु हाइड्रोजन वैल्डिंग (Atomic Hydrogen Welding)

नीचे दिये गये चित्र (27) में परमाणु हाइड्रोजन वैल्डिंग प्रक्रम को दर्शाया गया है। इस प्रक्रम में हम दो टंगस्टन इलैक्ट्रोडों के मध्य आर्क बनाकर फ्यूजन हेतु आवश्यक ऊष्मा की मात्रा उत्पन्न करते हैं। कार्यखण्डों पर जब हाइड्रोजन परमाणु तीव्र वेग से टकराते हैं तो भी ऊष्मा उत्पन्न होती है। पूरक पदार्थ (Filler Material) रोड का प्रयोग भी किया जाता है। हाइड्रोजन गैस वैल्ड् मैटल की सिल्डिंग का कार्य भी करती है। हाइड्रोजन गैस को दोनों टंगस्टन इलैक्टोडों के मध्य निर्मित आर्क के ऊपर से गुजारा या पास कराया जाता है। जिससे कि हाइड्रोजन अपने दो परमाणुओं में विभक्त हो जाता है। यह एक प्रकार की ऊष्माशोषी रासायनिक अभिक्रिया है।

$$H_2 = H + H - 100700 \text{ Calories}$$

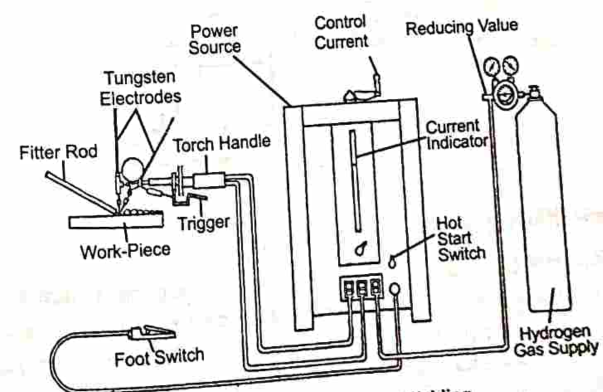
उपरोक्त वर्णित रासायनिक अभिक्रिया द्वारा प्राप्त हाइड्रोजन प्राय: अस्थिर होती है। परमाणु हाइड्रोजन आर्क से निकलने के पश्चात् कार्यखण्डों की ठड़ी सतहों से टकराकर पुन: हाइड्रोजन अणुओं में परिवर्तित हो जाते हैं। शोषित ऊष्मा और आर्क की ऊष्मा दोनों का ताप लगभग 3700°C के आस पास हो जाता है जो कि कार्यखण्डों पूरक पदार्थ को पिघलाने के पश्चात् परस्पर सम्मिलन कर देती है। निम्न रासायनिक अभिक्रिया घटित होती है।

$$H + H = H_2 + 100700 \text{ Calories}$$

यह प्रक्रम बहुत लाभकारी है जैसे वैल्डिंग की गति तीव्र होती है, आर्क को एक जॉब से दूसरे पर बिना बुझाये ट्रॉंसफर कर सकते हैं क्योंकि आर्क का निर्माण टॉर्च में लगे दोनों इलैक्ट्रोड्स के मध्य होता है। सुरक्षा कवच या शील्डिंग हेतु अलग से किसी गैस की जरूरत नहीं पड़ती है। इसके द्वारा उन पदार्थ को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है जिनके लेपित इलैक्ट्रोड नहीं मिलते हैं।

अनुप्रयोग (Applications)

(i) इस प्रक्रम द्वारा लगभग सभी धातुओं एवं उनके मिश्र धातु को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
(ii) इस प्रक्रम का प्रयोग डाई सतह परिष्करण में भी किया जा सकता है।
(iii) बड़े कार्यखण्डों को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
(iv) मजबूत, उच्च सामर्थ्य एवं तन्य जोड़ प्राप्त होते हैं।



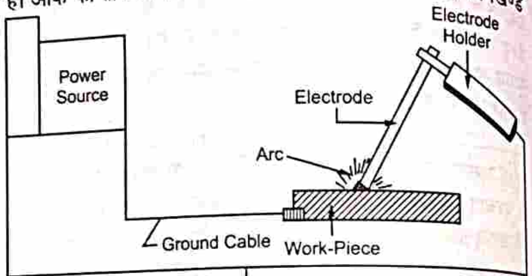
चित्र 157 : Atomic Hydrogen Welding

1.4.4 आर्क वैल्डिंग (Arc Welding)

इस विधि में मैटल के फ्यूजन के लिए आवश्यक ऊष्मा की उत्पत्ती विद्युत आर्क बनाकर की जाती है। इस विधि को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा गया है—

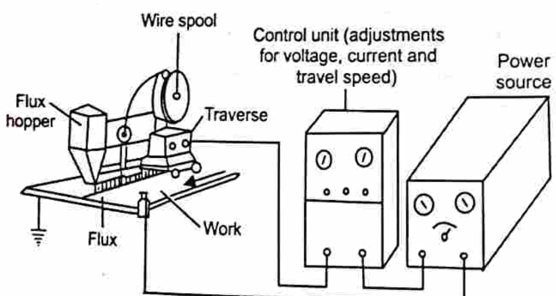
(i) मैटल आर्क वैल्डिंग (MAW OR Metal Arc Welding)—इस प्रक्रिया में आर्क का निर्माण कार्य खण्ड तथा फिलर रॉड या इलैक्ट्रोड के मध्य बनाया जाता है। कार्यखण्ड की वैल्ड होने वाली सतह तथा फिलर रॉड दोनों पिघलाकर परस्पर मिलाकर ठंडा करने पर जोड़ का निर्माण होता है। आर्क का तापमान लगभग 5000°C तक पहुँच जाता है। कार्यखण्ड या जॉब व फिलर रॉड के मध्य आर्क बनाने की निम्नलिखित विधियाँ होती है—

(a) मैनुअल मैटल आर्क वैल्डिंग (Manual Metal Arc Welding)—यह आर्क निर्माण करने की सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाले विधियों में से एक है। इस प्रक्रिया में फ्लक्स कोटेड इलैक्ट्रोड का प्रयोग करते हैं तथा पावर सप्लाई हेतु पावर ट्रांसफॉर्मर, जेनरेटर या रेक्टीफायर इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। यह प्रक्रिया सबसे आसान, सस्ता तथा मजबूत जोड़ प्रदान करने वाली होती है।



चित्र 158 : Manual Metal Arc Welding

(b) सब्मर्जड आर्क वैल्डिंग (Submerged Arc Welding)—साधारण शब्दों में सब्जमर्जड का मतलब होता है डूबा हुआ। इस प्रक्रिया में आर्क पूर्ण रूप से फ्लक्स में डूबी रहती है। आर्क प्राय: इलैक्ट्रोड जो कि प्राय: कॉपर कोटेड होती है तथा बैस मैटल के मध्य बनता है। फ्लक्स को बैस मैटल पर बिछाने के लिये एक हॉपर का प्रयोग किया जाता है जिसके पीछे वैल्डिंग इलैक्ट्रोड बैस मैटल में फीड कर आर्क बनाकर आगे तक बढ़ाया जाता है। आर्क बनने के कारण इलैक्ट्रोड तथा बैस मैटल दोनों पिघल जाते हैं। यह एक प्रकार की सेमी ऑटोमेटिक प्रक्रिया है।



चित्र 159 : Sudmerged Arc Welding

1.4.5 सबमर्ज्ड आर्क वैल्डिंग (Submerged Arc Welding)

यह प्राकृतिक वैल्डिंग होती है। इस प्रक्रम में आर्क द्वारा वैल्डिंग कार्य पूर्ण किया जाता है। सबमर्ज्ड आर्क वैल्डिंग प्रक्रम में निर्मित आर्क पूर्णत: फ्लस्क में डूबा रहता है। आर्क का निर्माण इलैक्ट्रोड कोटिंग एवं बैस मैटल या कार्यखण्ड के मध्य होता है। इस प्रक्रम में एक विशेष प्रकार के हॉपर को फ्लस्क (Flux) के बेस मैटल या कार्यखण्ड के ऊपर बिछाया जाता है। साथ ही साथ इलैक्ट्रोड द्वारा आर्क का निर्माण कर अग्रसर किया जाता है। फ्लस्क की कुछ मात्रा पिघलकर बीड की सतह पर एक रक्षात्मक कवच का निर्माण कर देती है। इस प्रक्रम में फिलर या पूरक पदार्थ वायर के रूप में होता है जो कि प्राय: एक स्थूल

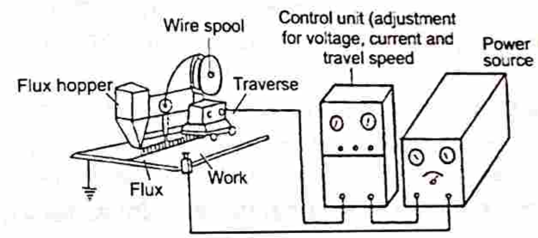
के रूप में रहता है। पूरक वायर या तार बीड की मोटाई के अनुसार कम या ज्यादा गति के साथ फीड रोलरों के द्वारा वैल्ड जोड़ की बीड में फीड करते हैं। इस प्रक्रम में प्रयुक्त होने वाले संयंत्र के मुख्य उपस्कर है पावर स्रोत, वायर स्पूल। कन्ट्रोल यूनिट, वायर फीडिंग डिवाइस एवं फ्लक्स हॉपर इत्यादि। यह प्रक्रम प्राय: ऊर्ध्वाधर जोड़ों हेतु ही प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रम में जोड़ प्राय: नीचे से ऊपर की तरफ बढ़ता है।

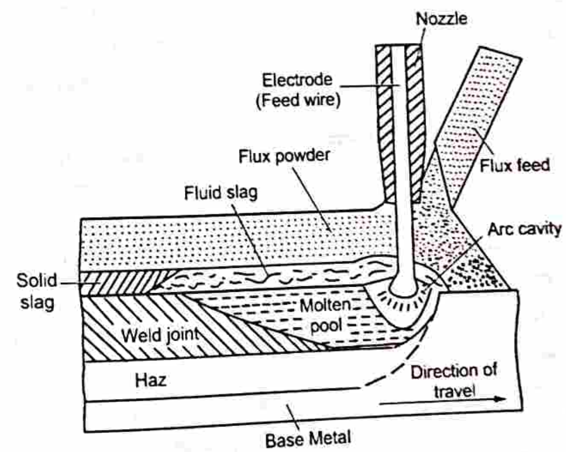
लाभ (Advantages)—

1. इस प्रक्रम में स्टैम्परिंग (Spattering) नहीं होती है।
2. इस प्रक्रम का उपयोग कर मिश्र अवयय को वैल्ड मैटल में सरलतापूर्वक मिलाया जा सकता है।
3. इस प्रक्रम में डीप पैनीट्रेशन प्राप्त होता है।
4. जोड़ ठंडा होने पर स्लैग की परत स्वत: ही उतर जाती है।
5. बीड वायुमण्डलीय प्रभाव से पूर्णत: सुरक्षित रहती है।

अनुप्रयोग (Applications)—

1. इस विधि का प्रयोग कर पाइपों एवं फिलेटों को भी जोड़ा जा सकता है।
2. इस प्रक्रम द्वारा लो कार्बन स्टील, स्टैनलैस स्टील, लो एलॉय स्टील इत्यादि सभी को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।





चित्र 160 : Submerged Arc Welding

1.4.6 वैल्डिंग दोष

वर्तमान समय तकनीकी युग है इस समय में अभियंत्रण की विभिन्न शाखाओं जैसे यांत्रिक अभियांत्रिकी, सिविल अभियांत्रिकी इत्यादि द्वारा प्रतिदिन नयी-नयी वस्तुओं का निर्माण किया जाता है। वैल्डिंग दोनों ही जगह अपना महत्त्वपूर्ण स्थान रखती है वैल्डिंग की सहायता से जहाज, पोतों, युद्ध पोतों, बिल्डिंग निर्माण आदि कार्य आसान हो जाते हैं। दोष रहित जोड़ प्राप्त करना अत्यंत ही कठिन कार्य प्रतीत होता है। वैल्डिंग के पश्चात् जोड़ों में कुछ प्रकार की अशुद्धियाँ दिखायी पड़ती है जो कि वैल्डिंग दोष कहलाते हैं। समय रहते ही इन दोषों को परखकर दूर कर लेना चाहिये।

1.4.7 वैल्डिंग दोषों के प्रकार (Types of Welding Defect)

वैल्डिंग जोडों में प्राय: निम्न प्रकार के दोष पाये जाते हैं—

1. बाह्य या ऊपरी दोष (External Defect)—जो दोष जोड़ों की ऊपरी सतह पर उभरे प्रतीत होते हैं वह बाह्य या ऊपरी दोष कहलाते हैं। ये जोड़ निम्न प्रकार के होते हैं जैसे—दरारें (External cracks), स्पैटर्स (Spatters), क्रैटर्स (Cratters), ऊँची-नीची बीड़ (Uneven Bead), टेढ़े-मेढ़े जोड़ (Distorted Joints) संरन्ध्रता (Porosity), किनारे पिघलना (Undercut)।

2. अन्त: या अन्दरूनी दोष (Internal Defect)—जो दोष बीड की आंतरिक संरचना में उत्पन्न होते हैं वह अन्त: या अंदरूनी दोष कहलाते हैं। इन दोषों की श्रेणी में जो दोष आते हैं वह निम्वत् है जैसे कि आंतरिक संरंध्रता (Blow Holes or Porosity)। आंतरिक दरारें (Internal cracks), स्लैगइन्कलूजन (Slag Inclusion)। मैटल का कम पिघलना (Lack of Fusion), पैनीट्रेशन की कमी (Lack of penetration), ओवरलैप एवं ओवररोल (Overlap and over roll), कठोर एवं भंगुर जोड़ (Hard and Brittle Joints)

उपरोक्त वर्गीकृत समस्त दोषों के कारण, सावधानियाँ व चित्रों का विस्तृत वर्णन निम्नवत है—

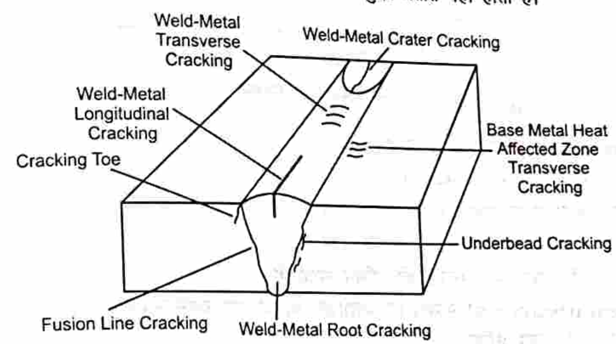
1. दरारें (Cracks)—प्राय: जोड़ों में दो प्रकार की दरारें पैदा हो जाती है एक बीड की ऊपरी सतह पर दिखायी देने वाली दूसरी जो बीड के भीतरी भाग में दिखायी देती है। इनके कारण जोड़ों की सामर्थ्य बहुत कम हो जाती है। समयानुसार ये बढ़ती जाती है जिस कारण जोड़ों के टूटने का खतरा बढ़ जाता है। इस प्रकार के दोषों का मुख्य कारण उनका असमान रूप से ठंडा होने पर उत्पन्न आंतरिक खिंचाव होता है।

कारण—(i) बीड़ का पतलापन।
(ii) जोड़ों के डिजाइन में कमी होना।
(iii) दोषपूर्ण वैल्ड मैटल का चुनाव।
(iv) अनुचित वैल्डिंग तकनीकों का प्रयोग करना।
(v) फ्यूजन की कमी।
(vi) इलैक्ट्रोड् में हाइड्रोजन की अधिक मात्रा।
(vii) फ्लक्सों का दोषयुक्त होना।
(viii) वैल्डिंग जोड़ों को पानी में तप्त करना।
(ix) बेस मैटल में सल्फर एवं कार्बन की अधिक प्रतिशतता।
(x) तन्यता की कमी होना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) जोड़ों का सही चयन।
(ii) वैल्डिंग रोडों का उचित चयन।
(iii) जोड़ों में वीविंग का प्रयोग करना।
(iv) उचित फ्लक्सों का चयन करके।
(v) लंबे कार्यखण्डों को छोटे-छोटे भागों में वेल्ड करना।

(vi) जॉबों का पूर्वतापन करके।
(vii) बीड लगाने से पूर्व जोड़ों को टेक (Tack) लगाकर जोड़कर।

2. ऊँची-नीची बीड (Uneven Bead)—जोड़ों में बीड समान होनी चाहिये। बीडों की अवतलता एवं उत्तलता बीडों में दोष उत्पन्न कर देती है। इस कारण वैल्ड बीड दिखने में सुंदर प्रतीत नहीं होती है।

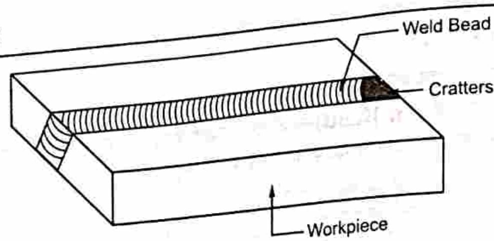


चित्र 161–Cracks of Different Types

कारण (Causes)—(i) वैल्डिंग की असमान गति।
(ii) अनियमित पावर सप्लाई।
(iii) अकुशल श्रमिक
(iv) वैल्डिंग सतहों की सफाई न होना।
(v) उपयुक्त वैल्डिंग रॉड का चयन न करना।
(vi) जॉबों को उचित स्थिति में नहीं रखना।
(vii) बीविंग का सही निर्माण न होना।
(viii) अनुचित आर्क लंबाई।
(ix) फ्यूजन की कमी।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) सही वैल्डिंग राड का चयन।
(ii) नियमित पावर सप्लाई।
(iii) आर्क की लंबाई स्थिर रखकर।
(iv) जॉब की सतहों को अच्छी तरह से साफ करके।
(v) जॉबों को सही स्थिति में रखकर वैल्डिंग।
(vi) बीविंग की गति समान रखकर।
(vii) वैल्डिंग की गति समान रखकर।
(viii) बीड देखने हेतु अच्छी स्क्रीन का प्रयोग करके।
(ix) कुशल प्रशिक्षित वैल्डरों द्वारा वैल्डिंग कराकर।

3. क्रैटर्स (Cratters)—इस प्रकार के दोष वैल्ड बीड के अंतिम सिरे पर उत्पन्न हो जाते हैं क्योंकि अंतिम सिरे पर वैल्ड मैटल कम हो जाता है एवं बीड की ठंडा होने की गति ज्यादा होती है। यह प्राय: बीड के मध्य भाग में पाये जाते हैं।

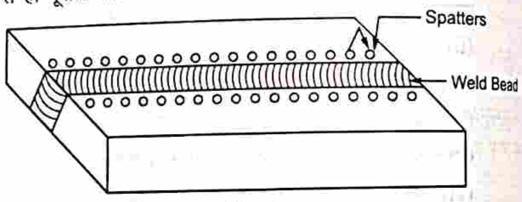


चित्र 162–Workpiece

कारण (Causes)—(i) ऊँचे करंट पर वैल्डिंग करना।
(ii) बीड के अंतिम सिरे पर इलैक्ट्रोड हटा लेना।
(iii) अनुचित फिलर मैटल इलैक्ट्रोड का चयन।
(iv) अकुशल व अप्रशिक्षित श्रमिकों का चयन।
(v) बैस मैटल में कार्बन, एवं सल्फर की अधिक मात्रा होना।

उपाय (Precautions)—(i) कुशल एवं प्रशिक्षित श्रमिकों का चयन करके।
(ii) बीड को अच्छी तरह भरकर।
(iii) बीड के अंत तक इलैक्ट्रोड को धीरे-धीरे हटाना चाहिये।
(iv) पूर्व बीड की सफाई कर क्रैटर्स के ऊपर से ही दूसरी बीड को प्रारंभ करना चाहिये।

4. स्पैटर्स (Spatters)—जब वैल्डिंग करते समय फिलर मैटल पिघलकर छोटी-छोटी बूँदों के रूप में बीड के आसपास एकत्र हो जाते हैं तब स्पैटर्स रूपी दोष उत्पन्न हो जाते हैं। इस प्रक्रिया को स्पैटरिंग कहा जाता है। इस कारण बीड भद्दी प्रतीत होती है। बीड की सफाई करना कठिन हो जाता है।

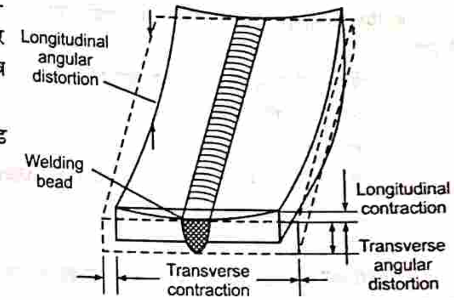


चित्र 163

कारण (Causes)—(i) कार्यखण्डों की उचित सफाई न होना।
(ii) फ्लक्स में नमी की मात्रा अधिक होना।
(iii) अनुचित वैल्डिंग राड का प्रयोग करना।
(iv) अनुचित पोलेरिटी का प्रयोग करना।
(v) उच्च धारा व वोल्टेजों का प्रयोग करना।
(vi) आर्क ब्लों के कारण आर्क का अनियंत्रित हो जाना।
(vii) आर्कों की अत्यधिक लंबाई।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) आर्कों की लंबाई कम करके।
(ii) उचित पोलेरिटी का चयन करके।
(iii) उचित वैल्डिंग रॉडों का प्रयोग करके।
(iv) उच्च वोल्टेज एवं धारा का प्रयोग नहीं करना चाहिये।
(v) बीड के निकट की सतह पर तेल लगाकर भी रोके जाते हैं ताकि बूँदे चिपके ना।
(vi) सूखी रॉडों का प्रयोग करके।
(vii) वैल्डिंग से पूर्व सतहों को पूर्ण तरह से साफ करके।

5. टेढ़ें-मेढ़े जोड़ (Distorted Joints)—जब वैल्डिंग की गई प्लेटें टेढ़ी-मेढ़ी हो जाती है। तब इस प्रकार के दोष उत्पन्न हो जाते हैं। इनका मूल कारण असमान खिचांव होना है।

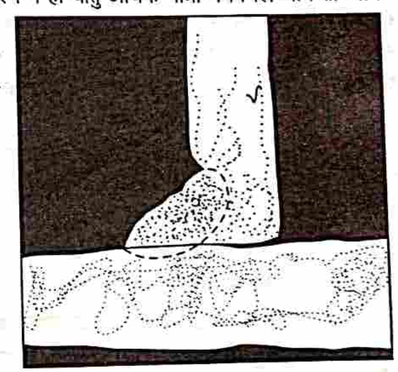


चित्र 164

कारण (Causes)—(i) बिना टेक लगाकर वैल्ड करना।
(ii) जॉबों का पूर्वतापन न करना।
(iii) जॉबों को उचित तरह से क्लैम्प न करना।
(iv) जोड़ों का असमान रूप से ठंडा होना।
(v) वैल्ड बीड का निर्माण मध्य में न करना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) जॉबों को पूर्व तापित करके।
(ii) बैक-अप प्लेटों का प्रयोग करे।
(iii) जॉबों को धीरे-धीरे ठंडा करके।
(iv) जॉबों को टैकिंग कराके।
(v) वैल्डिंग बीड को लंबाई के मध्य से प्रारंभ करके।

6. किनारा पिघलना (Undercut)—जब वैल्डिंग करने पर प्रारंभ में ही धातु अधिक मात्रा में पिघल जाये तो आगे का कुछ स्थान रिक्त रह जाता है। इस स्थान पर फिलर धातु की मात्रा में भी कमी आ जाती है और कभी-कभी फिलर धातु रहती ही नहीं है। उक्त स्थान का काट क्षेत्रफल (Crossection Area) कम हो जाता है जिस कारण जाड़ कमजोर हो जाते हैं।



चित्र 165 : Under Cut

कारण (Causes)—(i) वैल्डिंग की तीव्र गति होना।
(ii) अत्यधिक मोटे इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना।
(iii) अनुचित पोलेरिटी का चयन।
(iv) आर्क की लंबाई अधिक होना।
(v) इलैक्ट्रोडो का अनुचित झुकाव कोण।
(vi) आर्क ब्लो बनना।
(vii) अत्याधिक विद्युत धारा प्रवाह।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) वैल्डिंग की गति कम करके।
(ii) आर्क ब्लों को नियंत्रित करके।
(iii) आर्क लंबाई कम करके।
(iv) उचित पोलेरिटी का चयन करके।
(v) इलैक्ट्रोडों का झुकाव कोण नियंत्रित करके।

7. अपूर्ण पैनीट्रेशन (Incomplete Penetration) —यदि वैल्ड मैटल जोड़ों की जड़ तक नहीं पहुँचता है तो यह दोष उत्पन्न होता हैं। जड़ों तक मैटल के ना पहुँचने के कारण जड़ों में रिक्त स्थान रह जाता है, इसमें स्लैग भी भरा रह जाता है जिस कारण इनमें दरारें पड़ जाती है। यह दोष अधिकतर ओवर हैड एवं लम्बवत् वैल्डिंग तकनीकों में उत्पन्न हो जाती है। इस कारण जोड़ों की शक्ति कम हो जाती है जो भार पड़ने पर टूट भी सकते हैं।

कारण (Cause)—(i) वैल्डिंग सतहों की अनुचित तैयारी।

(ii) बैक-अप प्लेटों का प्रयोग न करना।

(iii) करंट की मात्रा में कमी होना।

(iv) अधिक व्यास के इलैक्ट्रोडों का चयन।

(v) वैल्डिंग करते समय दोनों साइडों का समान ध्यान न रखना।

(vi) तीव्र गति वैल्डिंग।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) सतहों की उचित तैयारी करके वेल्ड करना।

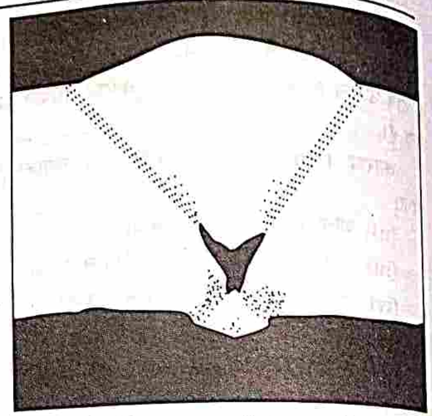
(ii) बैक-अप प्लेटों का प्रयोग करके।

(iii) उचित व्यास के इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करके।

(iv) प्रशिक्षित एवं कुशल कारीगरों द्वारा वैल्डिंग कार्य कराना।

(v) पहली बीड के निर्माण में करंट की मात्रा अधिक होनी चाहिये।

(vi) वैल्डिंग की गति सीमित रखनी चाहिये।



चित्र 166 : Incomplete Penetration

8. ओवरलैप एवं ओवररॉल (Overlap and Overroll)—जब फिलर मैटल अत्यधिक मात्रा में पिघलकर बेस मैटल की सतहों पर बिना फ्यूजन के जमा हो जाते हैं तो इस प्रक्रिया को ओवर लैप कहा जाता है। इस दोष के कारण वैल्ड की मोटाई तो बढ़ जाती है पर शक्ति नहीं।

कारण (Causes)—(i) अधिक व्यास के इलैक्ट्रोडों के प्रयोग से।

(ii) अधिक करंट का प्रयोग करना।

(iii) वैल्डिंग गति का अत्यंत कम होना।

(iv) वैल्डिंग पोजिशन उचित न होना।

(v) सतहों पर धातु ऑक्साइडों का निर्माण होना।

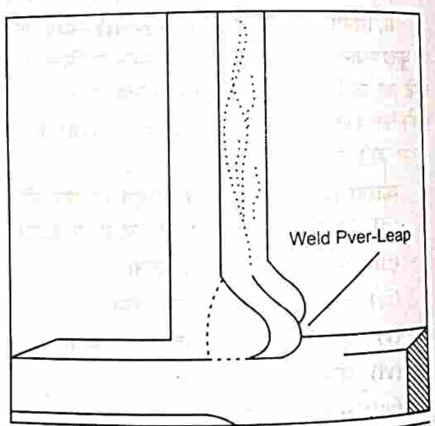
सावधानियाँ (Precaution)—(i) उचित साइज के इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिए।

(ii) करंट की मात्रा उचित रखनी चाहिये।

(iii) वैल्डिंग गति उचित रखनी चाहिए।

(iv) उचित वैल्डिंग पोजिशन का चयन करना चाहिए।

(v) वीविंग का प्रयोग करना चाहिए।



चित्र 167 : Over-lap

9. कठोर एवं भंगुर जोड़ (Hard and Brittle Joints)—यदि जोड़ों में वैल्ड मैटल के भीतरी वायुमण्डल में अत्यधिक मात्रा में हाइड्रोजन शोषित हो जायें तो वैल्ड बीड तीव्रता से ठंडी हो जाती है जिस कारण उसमें कठोरता व भंगुरता उत्पन्न हो जाती है।

कारण (Causes)—(i) जोड़ों का तीव्रता से शीतल होना।

(ii) जॉबों का पूर्व में शीतल न करना।

(iii) रॉडों में हाइड्रोजन एवं कार्बन की मात्रा अधिक होना।

(iv) इलैक्ट्रोडों में बेस मैटल के अनुसार एलॉयिंग एलिमेंट (Alloying Element) का न होना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) वैल्डिंग करते समय जॉब को अधिक ताप देना चाहिये।

(ii) जॉबों का पूर्व तापित कर लेना चाहिए।

(iii) निम्न हाइड्रोजन इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिए।

(iv) इलैक्ट्रोडों में बेस मैटल के अनुसार मिश्र अवयय का मिला लेना चाहिए।

10. मैटल का कम मिलान (Lack of Fusion)—यह दोष पिघले हुये पदार्थ एवं फिलर मैटल का परस्पर उचित तरीके से न मिलने के कारण उत्पन्न होता है। इनके कारण जोड़ों की सामर्थ्य कम हो जाती है। ये दोष पूरे सेक्शन या किसी विशेष स्थान पर भी उत्पन्न हो जाते हैं। इनका मूल कारण बेस मैटल एवं फिलर मैटल के मध्य स्केल स्लैग या ऑक्साइड्स आना है।

कारण (Causes)—(i) उचित वैल्डिंग करंट न होना।

(ii) मूल धातु पर स्लैग या ऑक्साइड्स की परते जमा होना।

(iii) उचित लंबाई के आर्कों का प्रयोग न करना।

(iv) वैल्डिंग सतहों की उचित साफ सफाई न होना।

(v) मूल धातु का उचित ताप तक गर्म न होना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) वैल्डिंग सतहों की साफ सफाई करनी चाहिए।

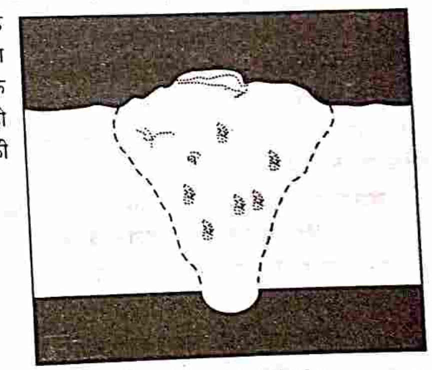
(ii) आर्क की लंबाई उचित रखनी चाहिए।

(iii) वैल्डिंग करंट की मात्रा भी उचित रखनी चाहिए।

(iv) उचित इलैक्ट्रोडों का चयन।

(v) मूल धातु से स्लैग एवं आक्साइड्स को ठीक प्रकार से साफ कर देना चाहिए।

11. वैल्ड मैटल स्लैग (Slag Inclusion)—यदि वैल्ड मैटल में बाह्य धातु कण या स्लैग की मात्रा रह जाती है तो इस कारण जो दोष उत्पन्न होते हैं वह स्लैग इन्क्लूजन कहलाते हैं। इन दोषों के कारण फिलर धातु का अंश घट जाता है जिस कारण जोड़ कमजोर हो जाते हैं। इनका मूल कारण बीड पुनरावृत्ती करने से पूर्व सतहों की साफ सफाई भली-भाँति न करना होता है।



चित्र 168 : Slag Inclusion

कारण (Causes)—(i) निम्न करंट पर वैल्डिंग करना।

(ii) वीविंग का असमान होना।

(iii) उचित इलैक्ट्रोडों का प्रयोग न करना।

(iv) जोड़ों का उचित तरह से न भरना।

(v) सतहों पर सफाई न होना।

(vi) दूसरी बीड बनाते समय पूर्व बीड का स्लैग ठीक प्रकार से न उतरना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) उचित करंट का चयन।

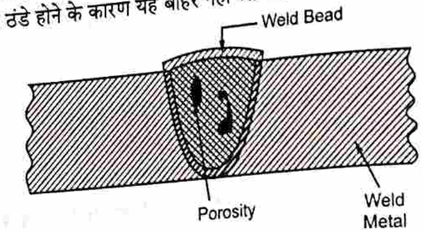
(ii) समान विविंग का निर्माण करना चाहिए।

(iii) जोड़े जाने वाली सतहें साफ सुथरी होनी चाहिए।

(iv) उचित वैल्डिंग इलैक्ट्रोडों का चयन करना चाहिए।

(v) दूसरी बीड के निर्माण से पूर्व पहली बीड को पूर्णतया: साफ कर लेना चाहिए।

12. सतही संरंध्रता (Surface Porosity)—जब वैल्ड धातु पिघल जाती है तो कुछ गैसें धातु में में रह जाती हैं ठंडा होने पर धातु ठोस हो जाते हैं धातुओं की घुलनशीलता कम होने के कारण ये गैसें बाहर निकलने का प्रयास करती हैं परन्तु ऊपरी सतह की तीव्रता से ठंडे होने के कारण यह बाहर नहीं आ पाती हैं जिससे ऊपरी सतह पर कुछ रंध्र पैदा हो जाते हैं।



चित्र 169

कारण (Causes)—(i) वैल्ड मैटल का अत्याधिक तापमान।

(ii) अच्छे फ्लक्स का प्रयोग न करना।

(iii) वैल्डों की उचित शील्डिंग न होना।

(iv) आर्क ब्लो में बढ़ोत्तरी होना।

(v) इलैक्ट्रोडों की असमान कोटिंग।

(vi) अनुचित फिलर रॉडों का प्रयोग करना।

सावधानियाँ (Precautions)—(i) उच्च क्वालिटी की रॉडों का प्रयोग करना चाहिए।

(ii) शील्डिंग उचित प्रकार से होनी चाहिए।

(iii) शुष्क इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिए।

(iv) उचित फ्लक्सों का प्रयोग करना चाहिए।

(v) उचित करंट एवं आर्कों का प्रयोग करना चाहिए।

13. ब्लो होल्स (Blow Holes)—जब फिलर मैटल पिघल जाते हैं तो वह अपने भीतर कुछ गैसों को शोषित कर लेती है लेकिन ठंडा होने पर यह गैसें बाहर निकलने का प्रयोग करती हैं जिस कारण धातुओं की आंतरिक रचनाओं में ब्लो होल्स उत्पन्न हो जाते हैं।

कारण (Causes)—(i) अधिक विद्युत धारा का प्रयोग करना।

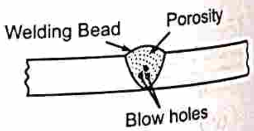
(ii) उचित फिलर रॉड का प्रयोग न करना।

(iii) गीली इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना।

(iv) इलैक्ट्रोडों की टूटी फूटी कोटिंग।

(v) अच्छे फ्लक्स का प्रयोग न करना।

(vi) उचित वैल्डिंग तकनीकों का प्रयोग न करना।



चित्र 170 : Blow Holes

सावधानियाँ (Precautions)—(i) अच्छे फ्लक्सों का प्रयोग करना चाहिए।

(ii) उचित धारा को प्रवाहित करना चाहिए।

(iii) सूखी इलैक्ट्रोडों का प्रयोग करना चाहिए।

(iv) आर्कों की लंबाई उचित होनी चाहिए।

(v) उचित वैल्डिंग तकनीकों का चयन करना चाहिए।

1.4.8 वैल्डिंग परीक्षण

वैल्डिंग के पश्चात् कुछ त्रुटियाँ या दोष वैल्डिंग जोड़ों में उत्पन्न हो जाते हैं जैसा कि हम पहले पढ़ चुके हैं। वैल्डिंग के पश्चात् उनका परीक्षण कर उनकी त्रुटियों या दोषों की जानकारी मिल जाती है तथा उन्हें दूर करने के उपाय भी प्राप्त कर सकते हैं। वैल्डिंग जोड़ों की सामर्थ्य का भी ठीक आकलन इन परीक्षणों के आधार पर किया जा सकता है।

1.4.9 वैल्डिंग परीक्षणों का वर्गीकरण (Classification of Welding Tests)

वैल्डिंग परीक्षणों को मुख्य दो भागों में विभाजित किया गया है—

(A) भंजनात्मक विधियाँ (Destructive Method)

(B) अभंजनात्मक विधियाँ (Non-Destructive Method)

1. भंजनात्मक विधि (Destructive Method)—इस विधि में कार्यखण्डों को विभिन्न विधियों द्वारा तोड़कर उनका परीक्षण किया जाता है। इस प्रकार के परीक्षणों में कार्यखण्ड का नमूना या तो नष्ट हो जाता है या टूट जाता है इसलिए इन्हें भंजनात्मक परीक्षण कहा जाता है। भंजनात्मक परीक्षणों को भी दो प्रकार से क्रियान्वित किया जाता है।

(i) कार्यशाला परीक्षण (Workshop Testing)—इस परीक्षण विधि में कार्यखण्डों को कार्य प्रारंभ करने से पूर्व कार्यशाला में ही निरीक्षण कर लिया जाता है। इस प्रक्रिया के अंतर्गत निम्नलिखित चरण आते हैं—

(a) कार्यखण्डों की संरचनाओं और धातुओं के अनुरूप उनकी कोर सज्जा, करंट, वोल्टेज तथा इलैक्ट्रोडों इत्यादि के चयन का परीक्षण।

(b) दूसरे चरण में आर्कों की लंबाई, वैल्डिंग की गति इत्यादि तथ्यों का आकलन किया जाता है।

(c) तृतीय चरण में वैल्ड-बीड ज्यामिति का आकलन किया जाता है।

(d) बीड के बाह्य दोषों जैसे कि क्रैटर, दरारे, अंडरकट, स्पैटर आदि का परीक्षण नग्न आँखों की सहायता से किया जाता है।

निक टैस्टिंग (Nick Testing)—यह विधि कार्यशाला परीक्षण के अंतर्गत आती है। इस प्रकार के परीक्षणों में संरध्रता, (Porosity), धातुमल या स्लैग इन्कलूजन (Slag inclusion), गैस पॉकेट (Gas Packet) इत्यादि की जाँच की जाती है। फिर उस कार्यखण्ड पर आरी की सहायता से 6 mm गहराई तक का कट लगाया जाता है। फिर फर्मे में कसकर उसे हथौड़े की सहायता से मोड़ दिया जाता है। मोड़ने के बाद जो दरारें पड़ती है उससे धातु प्लेटों की तन्यता, संरध्रता, स्लैग इन्कलूजन इत्यादि का ज्ञान प्राप्त हो जाता है। इस प्रकार का परीक्षण प्रारंभिक अवस्था में ही किया जाता है ताकि आगे वैल्डिंग गुणवत्ता में सुधार किया जा सकता है।

(ii) प्रयोगशाला परीक्षण (Laboratory Test)—प्रयोगशाला परीक्षण विधि में विभिन्न यंत्रों या उपकरणों की सहायता से कार्यखण्डों का परीक्षण किया जाता है। इस विधि में निम्नलिखित परीक्षण आते हैं—

(a) सूक्ष्मदर्शी परीक्षण (Microscopic Testing)—कुछ दोष ऐसे होते हैं जिन्हें नग्न आँखों से परीक्षण नहीं किया जा सकता है। इस विधि में कार्यखण्ड में से एक टुकड़ा काटकर, उसे ग्राइन्ड करने के पश्चात् पॉलिश कर लिया जाता है। पॉलिश करने हेतु कार्यखण्डों को एल्यूमीनियम ऑक्साइड के चूर्णों में घिसा जाता है। फिर पॉलिश की सतह को निक्षारण (Etching) किया जाता है। इचिंग या निक्षारण हेतु विभिन्न धातुओं के लिए विभिन्न-विभिन्न रसायनों का प्रयोग किया जाता है जैसे ताँबे के लिए सेल्फेट या फैरिक क्लोराइड को नमक के तेजाब में मिलाते हैं, स्टीलों के लिए पिक्रिक एसिड एल्कोहल में मिलाया जाता है या 1% – 2% नाइट्रिक एसिड को एल्कोहल में मिलाया जाता है। एल्युमिनियम हेतु कास्टिक सोडा, नाइट्रिक एसिड, हाइड्रोक्लोरिक एसिड इत्यादि का प्रयोग किया जाता है।

इंचिग के पश्चात् प्राप्त सतहों को पानी से धोकर सुखाने के पश्चात् सूक्ष्मदर्शी के आवर्धन के द्वारा उनकी संरचना को जाँच लेते हैं।

(b) स्थूलदर्शी परीक्षण (Macroscopic Test)—इस विधि में पहले नमूनों को ग्राइन्डर द्वारा घिसने के पश्चात् एमरी पेपर (emorry puper) की मदद से चिकना किया जाता है। फिर इचिंग (Etching) की जाती है। इचिंग हेतु एक भाग ठोस अमोनियम सल्फेट को 9 भाग पानी में मिलाकर उसे कार्यखण्ड की सतहों पर तब तक रगड़ा जाता है जब तक कि सूक्ष्म

संरचना दिखायी देना प्रारंभ ना हो जाये। फिर इचिंग के पश्चात् नमूने को पानी की सहायता से धो लिया जाता है सूखने के पश्चात् फिर इसे इथाईल एल्कोहल में डालकर सुखाने के लिये निकाल लेते हैं। इसके बाद कार्यखण्ड नमूने को स्थूलदर्शी की आवर्धन कर उसके दोषों का परीक्षण कर लिया जाता है। इस विधि द्वारा क्रेक, ब्लो होल्स, गैस छिद्रो, एन्ट्रेप्ड स्लैग इत्यादि का परीक्षण किया जा सकता है।

(c) यांत्रिक परीक्षण (Mechanical Testing)—यह प्रयोगशाला परीक्षणों में किये जाने वाले परीक्षणों में सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण विधि है। इस परीक्षण की सहायता से वैल्डिंग जोड़ों की तन्यता, सामर्थ्य, कठोरता इत्यादि की जानकारी प्राप्त की जाती है। इस प्रकार के परीक्षणों को निम्न परीक्षणों की सहायता से किया जा सकता है।

1. तनन परीक्षण या तन्यता परीक्षण (Tensile test)—इस प्रकार के परीक्षण यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन (UTM) या टैन्साइल टेस्टिंग मशीनों पर किये जाते हैं। इनके द्वारा वैल्डों की सामर्थ्य, यील्ड प्वाइन्ट, तन्यता, प्रत्यास्थ गुणांक (Modulus of Elasticity), प्रतिशत बढ़ोत्तरी, प्रतिशत घटाना इत्यादि को तैयार करना पड़ता है। प्राय: मोटाई के आधार पर नमूने चपटे या गोल बनाये जाते हैं। नमूने को UTM के जबड़े में कस लेते हैं, फिर उस पर तन्य बल लगाया जाता है। तन्य बल की मात्रा तब तक बढ़ाते रहते हैं जब तक कि वह टूट न जायें। तन्य बल की मात्रा एवं गेज की लंबाई दोनों को नोट कर लिया जाता है। टूटने के पश्चात् दोनों टुकड़ों को जोड़कर लंबाई (L_F) तथा फ्रेक्चर लंबाई (A_F) जहाँ से फ्रेक्चर होता है दोनों के मान नोट कर लेते हैं। नीचे दिये गये सूत्रों द्वारा पराभव सामर्थ्य (yield strength) अधिकतम तन्य बल (Ultimate Tensile Strength), दीर्घीकरण प्रतिशतता (Percentage Elongation), क्षेत्रफल से कमी प्रतिशतता (Percentage Area Reduction), एवं प्रत्यास्थ गुणांक (Young's Modulus of Elasticity Constant) इत्यादि का मान ज्ञात कर लेते हैं—

(i) पराभव सामर्थ्य (Yield strength)

$$= \frac{\text{पराभव बिन्दु पर लोड } (P)}{\text{वास्तविक क्षेत्रफल } (A_O)}$$

(ii) अधिकतम तन्य सामर्थ्य (Ultimate tensile strength)

$$= \frac{\text{अधिकतम बल } (P_{max})}{\text{वास्तविक क्षेत्रफल } (A_O)}$$

(iii) दीर्घीकरण प्रतिशतता (Percentage Elongation)

$$= \frac{L_F - L_O}{L_O} \times 100$$

(iv) क्षेत्रफल में कमी प्रतिशतता (% Reduction in Area)

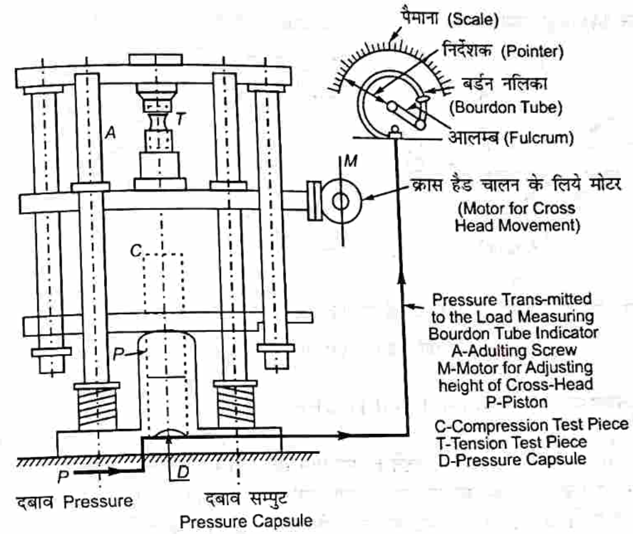
$$= \frac{A_O - A_F}{A_O} \times 100$$

(v) यंग मापांक गुणांक (Young's modulus of elasticity constant)

$$(E) = \frac{P.L_O}{A_o \Delta L}$$

2. नम्यता परीक्षण (Bend Testing)—नम्यता परीक्षण में वैल्डिंग जोड़ों के पैनीट्रेशन, फ्यूजन की सत्यता, तन्यता, सामर्थ्य, इत्यादि गुणों को स्थापित कर ब्लो होल्स, स्लैग इन्क्लूजन, गैस पॉकेट्स इत्यादि दोषों का पता लगाया जा सकता है। यह बहुत कम समय एवं कम खर्चीला परीक्षण है। इस विधि में नमूनों को मोड़ा जाता है। प्राय: नमूनों को निम्न वर्णित दो विधियों द्वारा मोड़ा जाता है।

(i) स्वतंत्र नमन परीक्षण (Free Bend Test)—स्वतंत्र नमन परीक्षण विधि में नमूने की चौड़ाई प्लेटों की मोटाई से लगभग 1.5 गुना रखी जाती है। प्लेटों की मोटाई, चौड़ाई, गेज लंबाई इत्यादि के मान नीचे दी गयी तालिका के अनुसार रखे



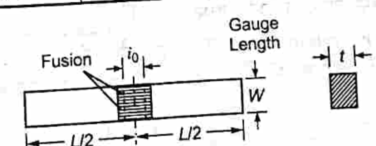
चित्र 171 : सार्वत्रिक परीक्षण यन्त्र (Universal testing machine)

जाते हैं। सर्वप्रथम नमूने की मशीनिंग करने के पश्चात् सतह को पूरी तरह साफ कर लेते हैं ताकि फ्यूजन रेखा साफ दिखायी दें। सतह पर प्राय: ग्राइंडिंग या इचिंग (Etching) की जाती है। फिर एक फर्मा की सहायता से वैल्डों पर बल लगाकर मोड़ (Bend) देते हैं। बैन्ड होने के पश्चात् गेज लंबाई L_0 से बढ़कर L_F हो जाती है। फिर प्रतिशत बढ़ोत्तरी का मान निम्न सूत्र द्वारा प्राप्त कर लेते हैं।

$$\text{प्रतिशत बढ़ोत्तरी (\% Elongnation)} = \frac{L_F - L_O}{L_O} \times 100$$

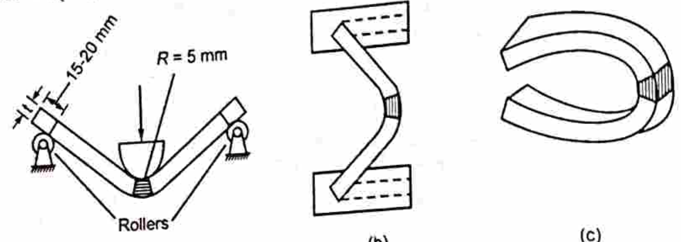
स्वतंत्र नमूनों की विभिन्न विमाएँ (mm में)

प्लेटों की मोटाई (t)	10	20	25	40	50
नमूनों की लंबाई (L)	200	275	300	375	450
गेज लंबाई (to)	30	50	50	50	50
नमूनों की चौड़ाई (W)	15	30	38	60	75



चित्र 172 : Free Bend Test Sample

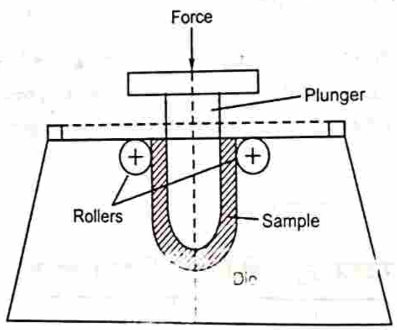
वैल्डों को निम्नवत् मोड़ा जाता है—



(a) प्रारम्भिक मोड़ देने के लिए फिक्चर, (b) अन्तिम मोड़ देने के लिए फिक्चर, (c) अधिकतम मोड़ने पर नमूना।

चित्र 173 : Free Bend Test

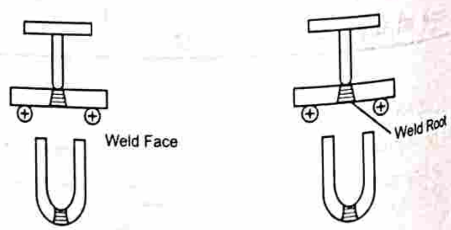
(ii) निर्देशित नमन परीक्षण (Guided Bend Test)—इस परीक्षण विधि में नमूनों को 'U' आकार में मोड़ा जाता है। नमूनों को मोड़ने हेतु जिग फिक्चर का प्रयोग किया जाता है। इस परीक्षण द्वारा वह दोष भी साफ देखे जा सकते हैं जोकि स्वतंत्र नमूना परीक्षण विधि द्वारा भी नहीं दिखायी पड़ते हैं। सर्वप्रथम सतह को मशीनन कर साफ कर लेते है। फिर नमूनों को मोड़ते है नमूनों में लगभग 15% तक की बढ़ोत्तरी करते है, यदि मोड़ने पर 3 mm से ज्यादा की दरारें पैदा होती है तो यह परीक्षण व्यर्थ समझा जाता है। इस प्रक्रिया में नमूनों पर निम्न तीन प्रकार से परीक्षण करते हैं—



चित्र 174 : Guided Bend Test Jig

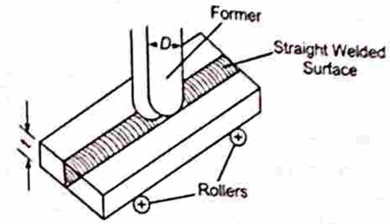
(a) अनुप्रस्थ नमन परीक्षण (Transverse Bend Test)—इस प्रक्रिया में प्राय: नमूनों को स्वतंत्र परीक्षण विधि के अनुसार मोड़ा जाता है। यह परीक्षण नमूनों के दोनों तरफ करते हैं। जोकि फलक पार्श्व परीक्षण (Face bend test) एवं रूट मोड़ परीक्षण (Root bend test) कहलाते हैं। जैसा कि नीचे दिये गये चित्रों में दर्शाया गया है।

(b) अनुदैर्ध्य नमन परीक्षण (Longitudinal Bend Test)—इस प्रक्रिया में नमूनों को मोड़ने वाली अक्ष को वैल्डों की अक्षों के लंबवत् रखी जाती है। इस का प्रयोग जब अधिक सार्थक सिद्ध होता है जब वैल्ड जोड़ दो अलग-अलग



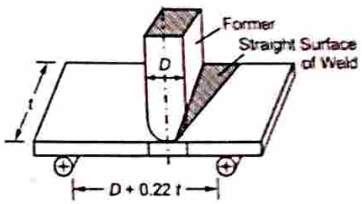
चित्र 175 : Transverse Bend Test

मैटलों से निर्मित होता है। इस परीक्षण प्रक्रिया में मैटल, वैल्ड मैटल, बैस मैटल, हीट जोन इत्यादि सभी पर एक समान मात्रा का तनन बल लगता है। नमूनों को नीचे दिये गये चित्रानुसार रखा जाता है।



चित्र 176 : Longitudinal Bend Test

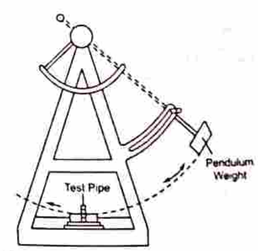
(c) पार्श्व नमन परीक्षण (Side Bend Test)—इस विधि में प्राय: मोटी सतह पर बल लगाकर मोड़ा जाता है। इस प्रक्रिया में वैल्ड मैटल लगता है। बलों के कारण जो दरारें पड़ती है वह वैल्डों की गुणवत्ता को प्रदर्शित करती है। इस प्रक्रिया द्वारा मूलत: अधिक मोटाई वाली प्लेटों को टैस्ट करते हैं। यह विधि अन्य विधियों की अपेक्षा अधिक उपयुक्त है।



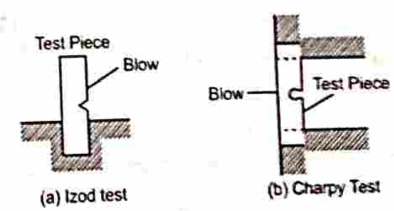
चित्र 177 : Side Bend Test

3. आघात परीक्षण (Impact Testing)—यह परीक्षण आघात परीक्षण मशीन (Impact testing machine) की सहायता से किये जाते हैं। यह परीक्षण दो प्रकार से करते हैं एक आइजोड परीक्षण (Izod test), दूसरा चार्पी परीक्षण (charpy test)। इस परीक्षण द्वारा जोड़ों की इम्पैक्ट लोड (अचानक या आघाती पड़ने वाले लोड), टफनैस (Toughess) इत्यादि को ज्ञात किया जा सकता है।

आइजोड़ टेस्ट एवं चार्पी टेस्ट दोनों में नमूनों की स्थिति भिन्न होती है। आइजोड़ टेस्ट में नमूने के एक सिरे को नियत कर दिया जाता है एवं नोच के ऊपरी भाग को आघाती बल द्वारा तोड़ा जाता है। चार्पी टेस्ट में नमूनों को क्षैतिज अवस्था में रखा जाता है। फिर नोच के पीछे से आघाती बल लगाकर नमूने को तोड़ लिया जाता है।



चित्र 178 : Impact Test Machine

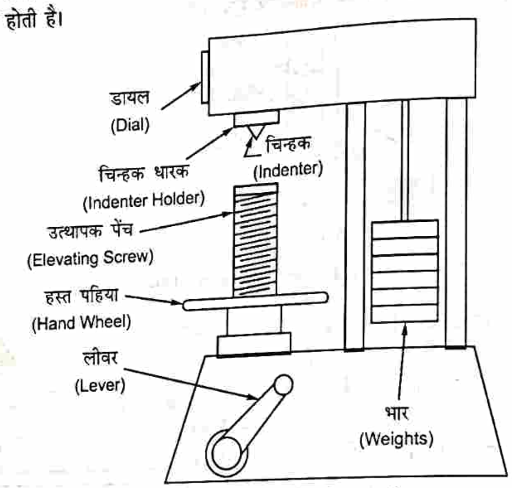


चित्र 179

4. कठोरता परीक्षण (Hardness Test)—इस परीक्षण द्वारा जोड़ों की कठोरता टैस्ट की जाती है। वैल्डिंग के पश्चात ठंडी होने पर कुछ मैटल नर्म हो जाते हैं यद्यपि कुछ कठोर भी हो जाते हैं। कठोरता का परीक्षण निम्नलिखित वर्णित विधियों की सहायता से आसानी से किया जाता है—

(a) रॉकवैल कठोरता (Rock Well Hardness Test)—इस परीक्षण विधि में प्राय: छोटे एवं नुकीले इंडेन्टरो का प्रयोग किया जाता है। इसके द्वारा अधिक कठोर नमूनों की जाँच की जाती है। रॉकवैल हार्डनैस टेस्टिंग मशीन की सहायता

से सीधे ही रीडिंग नोट कर ली जाती है। इस विधि में न तो इंडेन्टरों द्वारा निर्मित निशानों के व्यास एवं सतहों को पॉलिश करने की भी आवश्यकता नहीं होती है।



चित्र 180 : रॉक वेल कठोरता परीक्षण मशीन

(b) ब्रिनेल कठोरता परीक्षण (Brinell Hardness Test)—इस परीक्षण हेतु बिनेल हार्डनैस टैस्टिंग मशीन (Brinel Hardness Testing Machine) का प्रयोग कठोरता मापने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रिया में एक कठोर स्टील निर्मित गोली को इंडेन्टर की तरह प्रयोग करते हुये नमूने को बल लगाकर दबाते हैं। नमूना प्राय: एक टेबिल पर रखा रहता है उसे तब तक उठाया जाता है जब तक कि वह इंडेन्टर के संपर्क में ना आ जाये। लोड हाइड्रोलिक या गियरों की सहायता से लगाया जाता है। फिर सूक्ष्मदर्शी की सहायता से बॉल द्वारा निर्मित निशानों के व्यास को माप लेते हैं। निम्न सूत्र की सहायता से कठोरता का मान ज्ञात कर लेते हैं।

$$\text{ब्रिनेल हार्ड्नैस नंबर (BHN)} = \frac{W\,(kg)}{(\pi \cdot D/2)(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

जहाँ W = लगाये गये बल की मात्रा (kg)

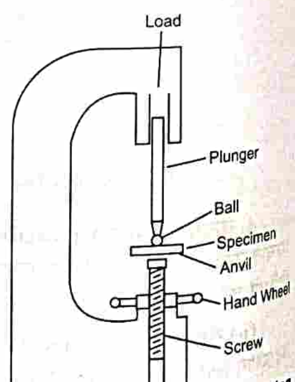
d = निशानों का व्यास (mm)

D = बॉल का व्यास (mm) होते हैं।

C. विकर्स हार्ड्नेस परीक्षण (Vicker's Hardness टे्स्ट)— इस परीक्षण में विकर्स हार्ड्नेस टैस्टिंग मशीन का प्रयोग करते हैं। इस विधि में भी एक इंडेन्टर का प्रयोग किया जाता है परन्तु वह ब्रिनेल टेस्ट से भिन्न चौकोर आकृति का वर्गाकार पिरामिड की तरह होता है।

इसका कोण लगभग 136° होता है। इंडेन्टरों द्वारा बनाये गये चौकोर निशानों के विकर्णों को सूक्ष्मदर्शी माइक्रोमीटर की सहायता से माप लिया जाता है। निम्न सूत्र की सहायता से विकर्स हार्ड्नैस नंबर का मान ज्ञात कर लेते हैं।

$$(VHN) = \frac{1{\cdot}854P}{D^2}$$



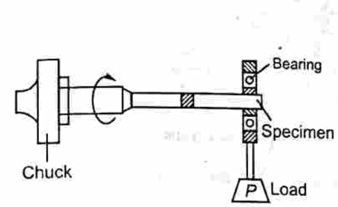
चित्र 181 : Brinell Hardness Testing Machine

जहाँ D = विकर्णों की औसत लंबाई (mm) है।

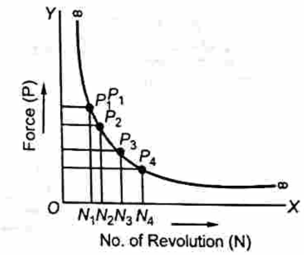
P = लगाये गये बल की मात्रा (kg) है।

5. श्रांतिक परीक्षण (Fatigue Test)—इस परीक्षण हेतु फटिंग टैस्टिंग मशीन का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया में नमूने पर विभिन्न बल लगाते हुए तब तक घुमाते हैं जब तक की वह टूट ना जायें। चक्करों की संख्या एवं बलों के मान के बीच एक ग्राफ बनाकर यह गणना की जाती है कि कितने बल द्वारा वह जोड़ कितने चक्करों के पश्चात् टूट जायेगा। इस प्रकार के परीक्षणों का उपयोग क्रेंक शाफ्ट इत्यादि पर लगने वाले पुश एवं पुल बलों की गणना हेतु किया जाता है।

(B) अभंजनात्मक विधियाँ (Non-Destructive Testing)—अभंजनात्मक विधियों को बिना टूटे परीक्षण विधि भी कहा जाता है क्योंकि इन विधियों में नमूनों को तोड़ने या नष्ट करने की जरूरत नहीं होती। नमूनों या कार्यखण्डों के



चित्र 182 : Fatigue Testing



चित्र 183 : Graph of Fatigue Test

बाह्य एवं आंतरिक दोनों दोषों का पता लगाया जा सकता है। इन परीक्षणों के अंतर्गत निम्न परीक्षण विधियाँ आती हैं। जैसे—दृष्टि परीक्षण, लीक परीक्षण एवं पराश्रव्य परीक्षण, चुंबकीय परीक्षण, रेडियोग्राफी परीक्षण, डाई पैनीट्रेशन परीक्षण, गामा किरण परीक्षण, इत्यादि। इनका विस्तारपूर्वक सचित्र वर्णन नीचे किया गया है—

1. दृष्टि परीक्षण (Visual Inspection)—इस परीक्षण विधि में वैल्डों की सतहों का परीक्षण नग्न आँखों द्वारा कर उनके दोषों का पता लगाया जाता है। कभी-कभी कुछ दोषों का पता नग्न आँखों से नहीं चलता उनका परीक्षण आर्वधन लैन्सों (Magnifying lens) द्वारा किया जाता है। इस विधि द्वारा अंडर कट, सतही दरारें, वेविंग, स्पैटरिंग, ब्लो होल, आदि दोषों का पता लगाया जा सकता है।

2. लीक परीक्षण (Leak Test)—इस परीक्षण विधि द्वारा प्राय: जोड़ों के रिसाव का पता लगाया जा सकता है। इस विधि द्वारा वैल्ड किये गये पाइपों, टैंकरों, टैंक्स इत्यादि के रिसाव का पता लगाया जाता है। टैस्ट हेतु पानी का प्रयोग किया जाता है। यह परीक्षण निम्न तरह पूर्ण किया जा सकता है—

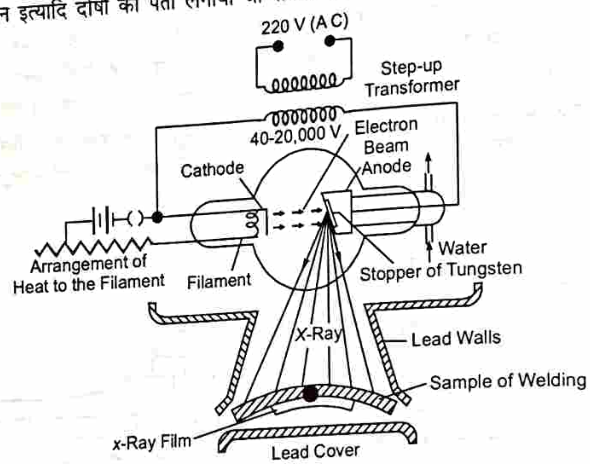
(i) बर्तनों में हवा का दाब डालकर जोड़ों पर साबुन इत्यादि का लेप कर दिया जाता है। यदि किसी स्थान पर लीक करती है तो उस स्थान पर बुलबुला बन जाता है।

(ii) साधारणतय: एक बन्द बर्तन में गैस या हवा भरकर उसका नैट प्रैशर माप लिया जाता है। फिर एक निश्चित समयांतराल जैसे 12 घंटे, या 24 घंटे पश्चात् प्रैशर फिर जाँचा जाता है यदि प्रैशर में कुछ कमी आती है तो यह माना जायेगा कि बर्तन के जोड़ों में कहीं न कहीं लीकेज है।

(iii) तीसरे तरीके में बर्तनों की वैल्ड बीडों को चूने के पानी से पोत दिया जाता है, फिर चूने के सूखने के पश्चात् उसमें हवा भरकर प्रैशर डाला जाता है। यदि बीड के किसी स्थान पर चूना उखड़ जायें तो यह माना जाता है कि उस स्थान पर लीकेज है।

3. रेडियोग्राफी परीक्षण या 'X' किरण परीक्षण (Radiography Test)—इस परीक्षण का मूल सिद्धान्त यह है कि 'X' किरणों या गामा किरणों में प्रकाश अवरोधी पदार्थों में से भी पार होने की क्षमता होती है। इन किरणों की तरंग-दैर्ध्य (Wave length) प्राय: कम होती है। इन किरणों की उत्पत्ति X-रे ट्यूबों या कोबाल्ट 60 जैसे रेडियोधर्मी पदार्थों द्वारा होती

है। यह किरणें आंतरिक दोषों युक्त कम सघन माध्यमों द्वारा अवशोषित हो जाती है। किन्तु यह किरणें फोटो ग्राफिक फिल्मों पर साफ दिखायी पड़ती है। यह एक विश्वसनीय व मँहगी परीक्षण विधि है। इसके द्वारा क्रैक, छिद्रों, आंतरिक संरंध्रता, लैक ऑफ फ्यूजन, अपूर्ण पैनीट्रेशन इत्यादि दोषों का पता लगाया जा सकता है।

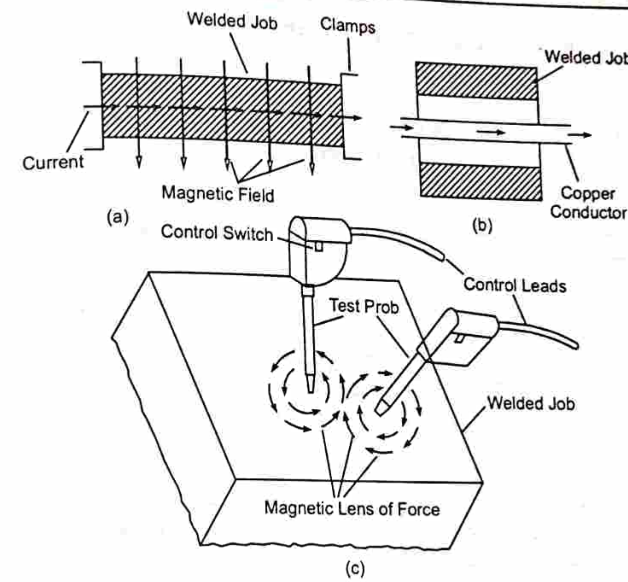


चित्र 184 : X-ray Test

X-किरणों का उत्पादन—इनके उत्पादन हेतु एक विशेष प्रकार के उपकरण का प्रयोग करते हैं (चित्र)। इसमें एक शीशा होता है जिसमें दो आर्मस, के बीच में एक बल्ब लगा रहता है। एक आर्म में हल्का फिलामेन्ट 'F' लगा होता है, दूसरे आर्म में मोटा ताँबा निर्मित 'S' व दूसरा टार्जेट 'T' जो कि प्लेटिनम का बना होता है। टार्जेट प्राय: 45° के कोण पर लगा रहता है। उच्च वोल्टेजों की उत्पत्ती हेतु इन्हें 60,000 – 1,80,000 Amp तक की धारा प्रवाहित करते हैं। A सिरे को (+) एवं B सिरे को (–) पोल से जोड़ते हैं। फिलामेन्टों को सफेद रंग होने तक गर्म करते हैं। लक्ष्य भेदन करने के पश्चात् विक्षेपित हो जाती है। अधिक गति की वजह से यह ठोसों में प्रवेश कर जाती है। कुछ पदार्थों पर यह किरणें पड़ने के पश्चात् चमक उत्पन्न करती है जैसे कि कैल्शियम टंगस्टन, बेरियम प्लेटिनों साइनाइड इत्यादि। एक पर्दे पर इन पदार्थों का लेप कर दिया जाता है। किरण डालने पर यह पर्दा चमक उत्पन्न करता है। इस पर्दे के ऊपर नमूना रखकर X किरणें डालने पर नमूने का प्रतिबिम्ब पर्दे पर बन जाता है। जिससे उसमें होने वाली दरारें, छेद या सघनता पर्दे पर प्रदर्शित हो जाती है।

4. गामा किरण परीक्षण (Gama (γ) Rays Test)—यह परीक्षण भी X-Ray परीक्षण के समान ही होता है। रेडियेशन हेतु X-Ray के स्थान पर कोबाल्ट 60 या इरीडियम 192 का प्रयोग किया जाता है। गामा किरणों की वेब लम्बाई प्राय: कम होती है इस वजह से इनका उपयोग मोटी परिच्छेद वाली धातुओं के लिये करते हैं। गामा किरणें स्त्रोतों से चारों तरफ फैल जाती है। जिससे कि उसमें उत्पन्न दरार पर्दे पर प्रदर्शित हो जाती है लेकिन महीन दरारों में अंतर बहुत कम होता है उस स्थिति में यह व्यर्थ प्रतीत होता है।

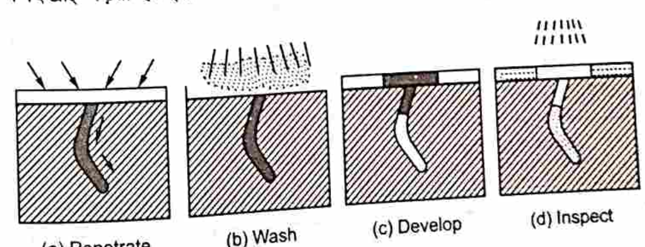
5. चुम्बकीय कण परीक्षण (Magnetic Particle Test)—इस परीक्षण विधि से सिर्फ उन्हीं पदार्थों को टैस्ट किया जा सकता है जिनमें चुम्बकीय गुण उत्पन्न हो सकते हैं। इसका उपयोग प्राय: फैरोमैग्नेटिक पदार्थों (Ferromagnetic Materials) जैसे लौहा, स्टील, निकिल, कोबाल्ट मिश्र धातु इत्यादि में टैस्ट किया जाता है। इनका कार्य सिद्धान्त निम्न वर्णित है यदि किसी फैरोमैग्नेटिक अर्थात् चुम्बकीय पदार्थों में चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न किया जाये तो सतह अथवा सतहों के निकट किसी प्रकार की कोई दरारें हैं तो उस स्थान पर चुंबकीय क्षेत्र अव्यवस्थित हो जायेगा यद्यपि सतहों पर कोई चुंबकीय कण या लौह चूर्ण फैलाया जाये तो चुंबकीय बल रेखाओं के अनुरूप ये कण व्यवस्थित हो जाएँगे। दरार वाले स्थानों पर यह कण अधिक मात्रा में एकत्रित हो जायेंगे। जिससे कि हमें दरारों की उचित स्थिति प्राप्त हो जाती है। इस परीक्षण हेतु शक्तिशाली चुंबकत्व



चित्र 185 : Magnetic Particle Testing

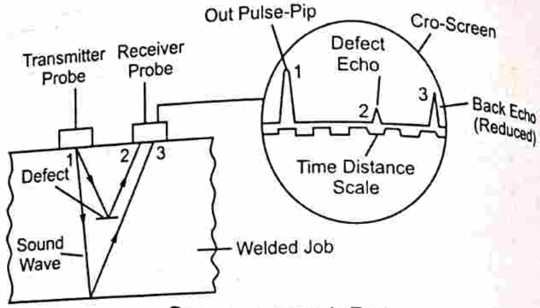
पैदा किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र पैदा करने हेतु एक शक्तिशाली स्थायी चुंबक का प्रयोग करते हैं या धारा प्रवाहित करके भी चुंबकीय क्षेत्र का निर्माण किया जा सकता है। जाँच पूर्ण होने के पश्चात् उपस्थित चुंबकीय क्षेत्र को समाप्त कर देते हैं।

6. डाई पेनिट्रेंट परीक्षण (Dye Penetrant Testing)—इस परीक्षण विधि को फ्लोरोसेन्ट परीक्षण विधि भी कहा जाता है। पैनिट्रेट (Penetrate) का अर्थ होता है प्रवेशित करना। इसके द्वारा किसी भी आकार की वस्तु, लौह अथवा अलौह धातुओं का परीक्षण सरलतापूर्वक कम खर्च द्वारा किया जा सकता है। लेकिन इस विधि की कुछ जटिलताएँ भी हैं जैसे इससे सिर्फ सतहों पर होने वाली दरारों का ही परीक्षण कर सकते हैं। इस परीक्षण में द्रव अवस्था में फ्लोरोसेन्ट पदार्थ या चमकीले रंगों वाली डाइयों का प्रयोग किया जाता है जो कि अल्ट्रावॉयलेट किरणें (Ultravoilet Rays) पड़ने पर अत्यधिक चमक उत्पन्न कर देते हैं। इन पदार्थों को जॉब या नमूनों की सतहों पर ब्रश की सहायता से लेपन करते हैं। लेपन करने पर जिस स्थान पर दरारें होंगी वहाँ यह पदार्थ पैनीट्रेट कर जाता हैं इसके पश्चात् लगभग आधे घंटे के बाद सतह को पोंछ कर साफ कर लेते हैं। फिर इन सतहों पर एक पराबैंगनी प्रकाश (Ultravoilet Light) डालते हैं जिससे कि पैनिट्रेट स्पष्ट एवं चमकीली हरी रेखाओं के रूप में दिखाई पड़ता है। इस प्रकार सतहों पर दरारों की वास्तविक स्थिति का ज्ञान प्राप्त हो जाता है।



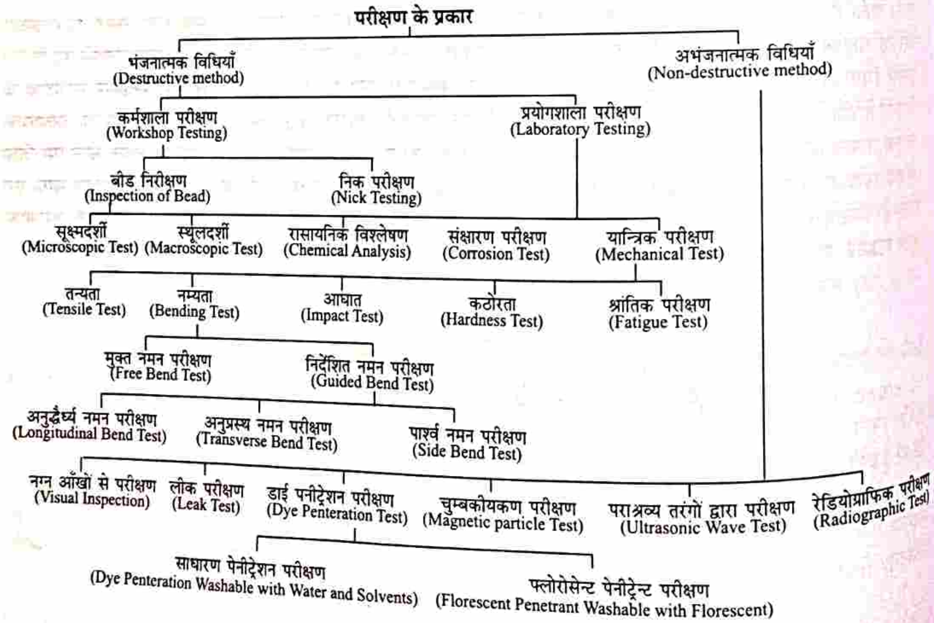
चित्र 186 : Die Penetration Test

7. पराश्रव्य परीक्षण (Ultrasonic Testing)—इस परीक्षण विधि में 20 KHz से 20 MHz तक की पराश्रवित तरंगों द्वारा उत्पन्न ध्वनी या मंदन की सहायता से कार्य पूर्ण किया जाता है। इसका कार्य सिद्धान्त यह है कि "पराश्रव्य तरंगें पीजोइलैक्ट्रिक प्रभाव (Pezoelectric Effect) के कारण विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में परिवर्तित कर देती हैं। इस प्रक्रिया में एक क्वार्ट्ज क्रिस्टल का प्रयोग किया जाता है। क्रिस्टल के दोनों सिरों पर यदि उच्च आवृत्ति ए सी करंट लगाते हैं तो प्रथम आधे चक्र में यह फैलता है एवं दूसरी आधे चक्र में यह सिकुड़ जाता है। इस प्रकार जो यांत्रिक मंदन (Vibration) पैदा होते हैं वह ध्वनी तरंगों में परिवर्तित हो जाते हैं।



चित्र 187 : Ultrasonic Test

सर्वप्रथम नमूने की सतह को समतल कर प्रोब (Probe) की सहायता से अल्ट्रासोनिक तरंगों को नमूनों में प्रवेशित कराया जाता है। प्रोब की संख्या दो होती है एक तरंगों को उत्पन्न करती है व दूसरी तरंगों को ग्रहण करती है। तरंगें भेजने से पूर्व सतह एवं प्रोब के मध्य एक ऑयल फिल्म रख दी जाती है। CRO द्वारा उत्पन्न एवं लौटकर आने वाली तरंगों के समयांतराल को नोट कर लिया जाता है। जब प्रोब के द्वारा भेजी गयी तरंगे कार्य खण्ड की सतह पर टकराती है तो CRO की स्क्रीन पर एक पीक (Peak) बन जाता है। लेकिन वैल्ड जोड़ उचित हो तो कार्यखण्ड के आधार पर परावर्तित होकर CRO स्क्रीन पर छोटे पीक प्रतीत होते हैं। यदि कोई सतह पर दोष हो तो सतह पर CRO स्क्रीन पर एक इको पीक प्रतीत होती है। दोषों की गहराई CRO स्क्रीन पर बनने वाली चोकोर तरंगों को समय स्केल की सहायता से गणना कर निकाल सकते हैं। इन परीक्षणों से दरारें, फ्यूजन, पोरोसिटी, स्लैग इन्कलूजन, लैक ऑफ पैनीट्रेशन इत्यादि का पता लगाया जा सकता है।



S. N.	Code	DC Polarity	AC Min. Open Circuit Voltage
1	0	D (+)	AC Not Advisable
2	1	D(+) or (–)	50
3	2	D (–)	50
4	3	D (+)	50
5	4	D (+) or (–)	70
6	5	D (–)	70
7	6	D (+)	70

कोर वायर का सामर्थ्य (Strength of Core Wire)—इलैक्ट्रोड का कोर-वायर सामर्थ्य का ज्ञान उसकी अल्टीमेट टैन्साइल स्ट्रैन्थ (Ultimate Tensile Strength) तथा यील्ड स्ट्रैन्थ (Yield Strength) के द्वारा किया जा सकता है। सामर्थ्य के आधार पर इलैक्ट्रोड निम्न भागों में बाँटा गया है एवं इन्हें कोड '4' व '5' अंकों द्वारा दर्शाते हैं।

S.No.	Code	Ultimate Tensile Strength	Yield Strength
1.	4	410–510	330
2.	5	510–610	360

इलांगगेशन तथा इम्पैक्ट (Elongation and Impact)—कोर वायर की इलांगगेशन प्रतिशत में दर्शायी जाती है। यह तनन सामर्थ्य पर निर्भर होती है तथा इम्पैक्ट को जूल के कम से कम तापमान द्वारा निम्न प्रकार बाँटा गया है।

S.No.	Code	Tensile 410–510	Strength 510–610	Impact Strength
1.	1	20%	18%	47 J + 27°C
2.	2	22%	18%	47 J + 0°C
3.	3	24%	20%	47 J – 20°C
4.	49	24%	20%	27 J – 30°C
5.	5	24%	20%	27 J – 40°C
6.	6	24%	20%	27 J – 46°C

वैल्डिंग की पोजिशन (Welding Position)—विभिन्न वैल्डिंग स्थितियों के लिए विशेष प्रकार के इलैक्ट्रोड, प्रयोग किये जाते हैं। इनका वर्गीकरण निम्न प्रकार किया गया है—

S.No.	Code	Position
1.	0	All Position
2.	1	F, H, V, O (Flat, Horizontal, Vertical, Over Head.)
3.	2	F, H
4.	3	F
5.	4	F, Hi (Horizontal Fillet)
6.	5	Y, D, F, B, H, VF
7.	6	Any other Position

वैल्डिंग करंट तथा वोल्टेज (Welding Current and Voltage)—इलैक्ट्रोड को उनके करंट तथा ओपन सर्किट वोल्टेज के आधार पर निम्न प्रकार बाँटा गया है—

S.No.	Code	DC Polarity	AC Min. Open Circuit Voltage
1.	0	D (+)	AC Not Advisable
2.	1	D (+) or (–)	50
3.	2	D (–)	50
4.	3	D (+)	50
5.	4	D (+) or (–)	70
6.	5	D (–)	70
7.	6	D (+)	70
8.	7	D (+) or (–)	90
9.	8	D (–)	90
10.	9	D (+)	90

Note D (+) ⇒ Positive Polarity or Straight Polarity

D (–) ⇒ Negative Polarity or Reverse Polarity

हाइड्रोजन नियन्त्रण (Hydrogen Control)—इलैक्ट्रोडों का वर्गीकरण वैल्डिंग करने पर पैदा होने वाली हाइड्रोजन की मात्रा के आधार पर निम्न प्रकार से किया जाता है—

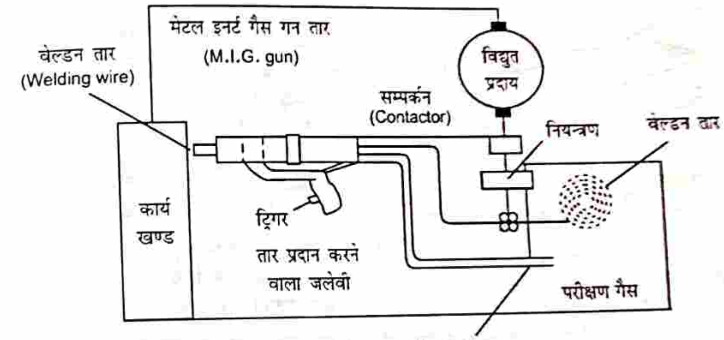
S.No.	Code	Hydrogen Diffusion in (ml)
1.	H_1	up to 15 ml
2.	H_2	up to 10 ml
3.	H_3	up to 5 ml

वैल्ड मैटल बढ़ाना (Recovery of Weld Metal)—इलैक्ट्रोड की धातु रिकवरी (Recovery) बढ़ाने के लिए फ्लक्स के साथ ही उसमें धातु-चूर्ण (Metal Powder) भी मिलाया जाता है। जब इलैक्ट्रोड की कोर वायर पिघलती है तो फ्लक्स के साथ ही उसमें मिली धातु भी पिघलकर कोर-वायर की धातु के साथ मिश्रित हो जाती है। जिस कारण धातु की रिकवरी बढ़ जाती है। इलैक्ट्रोडस को निम्न प्रकार बाँटा गया है—

S.No.	Code	Recovery (%)
1.	J	100%–129%
2.	K	130%–150%
3.	L	151%–160%

1.5.1 मैटल इनर्ट गैस वैल्डिंग या मैटल आर्क गैस वैल्डिंग (MIG Or MAGW)

यह प्रक्रम शील्डेड मेटल आर्क वैल्डिंग तकनीक का आधुनिक स्वरूप है। इसे MIG (मिग) भी कहा जाता है। इस प्रक्रम में प्राय: उपभोज्य इलैक्ट्रोड (Consumable Electrode) का प्रयोग किया जाता है। इलैक्ट्रोड के साथ ही इनर्ट गैस (Inert Gas) का प्रयोग शील्डीग पदार्थ की तरह करते हैं। कुछ परिस्थितियों में कार्बन डाइआक्साइड (CO_2) का प्रयोग भी इनर्ट गैस के स्थान पर किया जाता है। इलैक्ट्रोड एक सतत् तार के रूप में एक रील पर लिपटा रहता है। इलैक्ट्रोड तार ही पूरक या फिलर पदार्थ की तरह काम आता है। चित्र (20) में मिग वैल्डिंग प्रक्रम का परिपथ आरेख दर्शाया गया है। इलैक्ट्रोड एवं कार्यखण्ड के मध्य उत्पन्न होने वाली ऊष्मा धातु खण्डों को पिघलाकर सम्मिलन कर देती है। सिल्डिंग हेतु इनर्ट गैस या इनर्ट गैस मिश्रण अलग से प्रदायित (Feed) करना पड़ता है। यह प्रक्रम प्राय: तीन निम्न प्रकार का होता है—

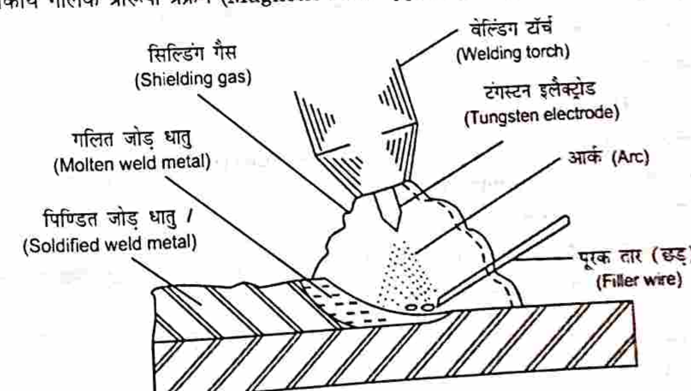


चित्र 188 : MIG Welding System

(i) नग्न तार इलैक्ट्रोड प्रारूपी प्रक्रम (Bare wire Electrode Type Process)

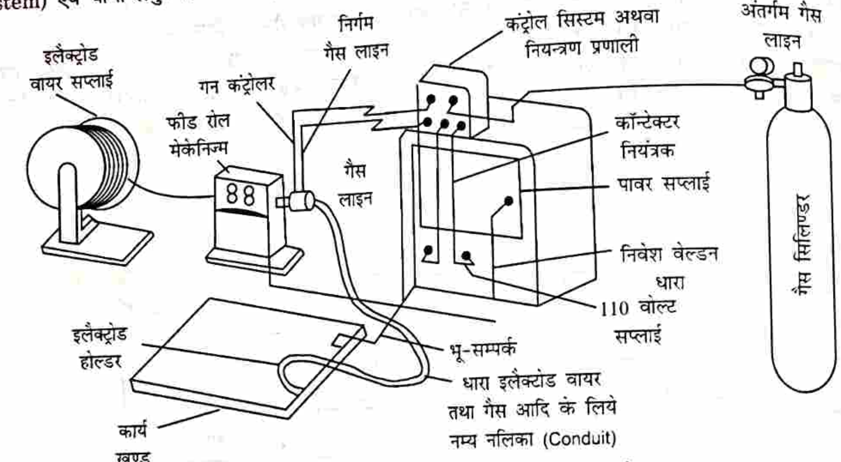
(ii) गालक क्रोड़ित इलैक्ट्रोड प्रारूपी प्रक्रम (Flux-Cored Electrode Type Process)

(iii) चुबंकीय गालक प्रारूपी प्रक्रम (Magnetic Flux Type Process)



चित्र 189 : MIG and TIG Welding Process

उपरोक्त वर्णित प्रक्रमों में आर्क द्वारा धातु स्थानान्तरण प्रायः चार प्रकार से होता है। एक फुहार आर्क धातु स्थानांतरण प्रणाली (Spray Arc Metal Transfer System), दूसरी गोलाकार आर्क स्थानान्तरण प्रणाली (Spherical Arc Metal Transfer System), तीसरा स्पंदित आर्क धातु स्थानान्तरण प्रणाली (Vibrated Metal Transfer System) एवं चौथा लघुपथन आर्क धातु स्थानान्तरण प्रणाली (Short Circuiting Metal Transfer System)



चित्र 190 :मेटल इनर्ट गैस (MIG) आर्क वेल्डिंग परिपथ आरेख

मैटल गैस आर्क वैल्डिंग में प्रयुक्त उपस्कर (Equipments used in MIG)

इस प्रक्रम में जो मुख्य उपस्कर प्रयुक्त होते हैं वह निम्नवत् हैं—

(i) विद्युत पावर स्त्रोत जो धारा को वायु अंतराल या गैप (Gap) से पास करा सके एवं इलैक्ट्रोड तथा कार्यखण्ड़ों के मध्य उचित आर्क का निर्माण करने हेतु पर्याप्त वोल्टेज प्रदान कर सके। साथ ही साथ पूरक पदार्थ तार को भी पिघला सके ताकि जोड़ निक्षेपण (Weld Deposition) का कार्य पूर्ण हो जाये।

(ii) दूसरा पूरक पदार्थ सतत रील।

(iii) परिरक्षण गैसों का सतत प्रवाह।

(iv) फीड़ रोल मैकेनिज्म (Feed Roll Mechanism)

(v) गैस नियामक एवं विद्युत नियंत्रक (Gas Regulator and Electric Controller)

(vi) उपयुक्त नम्य नालिका (Suitable Flexible Pipe)

(vii) इलैक्ट्रोड होल्डर (Electrode Holder) जिसमें इलैक्ट्रोड लगाया जा सके।

(viii) मैटल इलैक्ट्रोड (Metal Electrode) जिसमें धारा प्रवाहित करने पर आर्क का निर्माण होता है।

(ix) उपरोक्त सभी उपस्करों को जोड़ने हेतु केबिल (Cables)।

अनुप्रयोग (Applications)

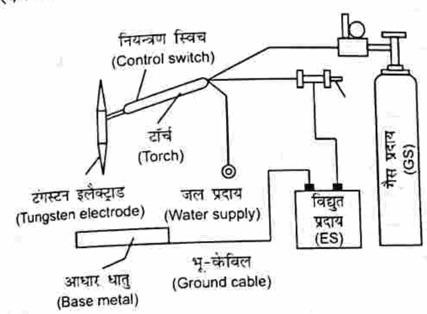
इस प्रक्रम के निम्न अनुप्रयोग है—

(i) धातुओं एवं मिश्र धातुओं को जोड़ने हेतु।

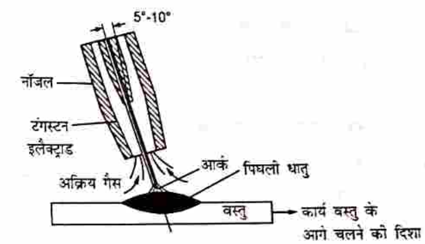
(ii) एल्यूमीनियम, कॉपर, निकिल ,जिक्रोनियम, मैग्नीशियम आदि को जोड़ने में।

(V) टंगस्टन इनर्ट गैस आर्क वैल्डिंग (TIG or GTAW)

यह प्रक्रम मूलतः कार्बन आर्क वैल्डिंग प्रक्रम का ही एक आधुनिक स्वरूप है। इस प्रक्रम में कार्बन इलैक्ट्रोड के स्थान पर एक अलेपित (Non Couted), अपभोज्य (Non Consumable) इलक्ट्रोड का प्रयोग होता है। इनर्ट गैस शील्डिंग का कार्य कार्बन आर्क प्रक्रम की भाँति ही पूर्ण करती है। सिल्डिंग हेतु प्रायः हीलियम एवं आर्गन या दोनों गैसों के मिश्रण का प्रयोग किया जाता है। पूरक पदार्थ (Filler Material) का प्रयोग भी होता है। यह प्रक्रम दोनों D.C. एवं A.C. शक्ति स्त्रोतों के साथ अच्छा कार्य करता है। परन्तु आर्गन गैस हेतु D.C. शक्ति स्त्रोत एवं हीलीयम हेतु A.C. शक्ति स्त्रोत का ही प्रयोग होना चाहिए। इलैक्ट्रोड तथा कार्यखण्डों के मध्य बना आर्क ही ऊष्मा प्रदान करता है। जिसके चारों तरफ से इनर्ट गैसों की धारा प्रवाहित होती है। जो कि सिल्डिंग का कार्य करती है। नीचे दिये गये चित्र (23) एवं चित्र (25) मे वैल्डिंग प्रणाली एवं उसका परिपथ आरेख प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 191 : T.I.G. Welding System



चित्र 192 : इनर्ट गैस आर्क वैल्डिंग प्रक्रम में प्रयुक्त नाजल का अनुप्रस्थ काट

आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा पूरक धातु एवं कार्यखण्डों दोनों को पिघलाकर परस्पर सम्मिलित करती है। पूरक पदार्थ प्रायः सतत तार की रील की तरह लिपटा रहता है।

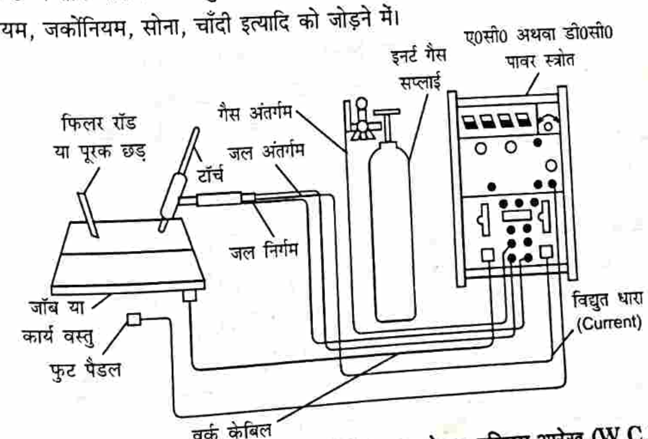
अनुप्रयोग (Applications)—इनके अनुप्रयोग निम्न हैं—

(i) लौह धातुओं एवं उनके मिश्र धातुओं को जोड़ने में।

(ii) अलौह धातुओं एवं उनके मिश्र धातुओं को जोड़ने में।

(iii) विभिन्न उच्च ताप वाले मिश्र धातुओं को जोड़ने में।

(iv) टाइटेनियम, जर्कोनियम, सोना, चाँदी इत्यादि को जोड़ने में।



चित्र 193 : टंगस्टन इनर्ट गैस (T.I.G.) आर्क वेल्डिंग का वेल्डन परिचय आरेख (W.C.D.)

टिग एवं मिग वैल्डिंग में अंतर (Difference between TIG and MIG)

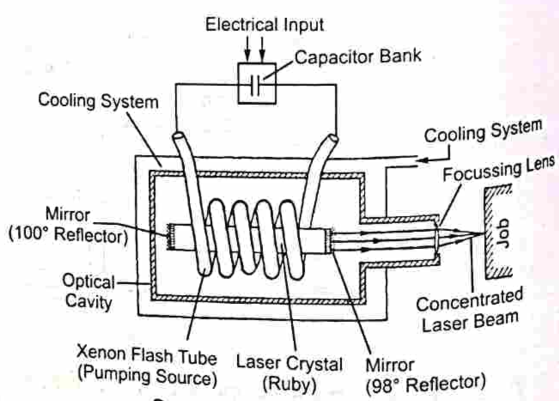
S. No.	TIG (GTAW)	MIG (GMAW)
(i)	इस प्रक्रम में प्राय: उपभोज्य (Non Consumable) इलैक्ट्रोड्स का प्रयोग किया जाता है।	इस प्रक्रम में प्राय: उपभोज्य (Consumable) इलैक्ट्रोड्स का प्रयोग करते हैं।
(ii)	यह प्रक्रम D.C. एवं A.C. दोनों ही पावर स्रोतों पर कार्य करता है।	इस प्रक्रम में D.C. पावर स्रोत ही प्रयोग में लाया जाता है।
(iii)	सिल्डिंग हेतु सिर्फ इनर्ट गैसों एवं उनका मिश्रण प्रयोग होता है।	इस कार्य हेतु इनर्ट गैसों के अलावा CO_2 का भी प्रयोग किया जा सकता है।
(iv)	प्रक्रम की गति अपेक्षाकृत धीमी है।	यह प्रक्रम तीव्रता से होता है।
(v)	इस प्रक्रम में टंगस्टन इलैक्ट्रोड का ही प्रयोग करते हैं।	इस प्रक्रम में इलैक्ट्रोड का चयन बेस मैटल धातु के अनुसार किया जाता है।
(vi)	अलग से पूरक पदार्थ मिलाना पड़ता है।	इलैक्ट्रोड ही पूरक पदार्थ का कार्य करता है।
(vii)	यह प्रक्रिया हस्तचलित होती है।	यह ऑटोमैटिक या सेमी ऑटोमैटिक होती है।
(viii)	इस प्रक्रम में दोनों हाथों का उपयोग करते हैं।	यह प्रक्रम एक हाथ से ही पूर्ण हो जाता है।
(ix)	100 Amp से अधिक की धारा प्रवाहित होने की दशा में वाटर कूल्ड वैल्डिंग टार्च प्रयोग करना पड़ता है।	इस प्रक्रम में यदि धारा प्रवाह 250 Amp से अधिक हो जाये तब वाटर कूल्ड टार्च का प्रयोग किया जाता है।
(x)	600 Amp तक की धारा प्रयोग होती है।	इस प्रक्रम में सिर्फ 350 Amp तक की धारा ही पर्याप्त होती है।

1.5.3 लेजर बीम वैल्डिंग (Laser Beam Welding (LBW))

लेजर बीम वैल्डिंग प्रक्रिया में लेजर के द्वारा निकलने वाली तरंगों द्वारा उत्पन्न ऊष्मा द्वारा पूर्ण की जाती है। लेजर बीम वैल्डिंग भी अपरम्परागत-वैल्डिंग प्रक्रिया की श्रेणी में आती है। इस प्रक्रिया में रेडियेशन द्वारा उच्च प्रकाश पुंज उत्पन्न किया जाता है। यह प्रक्रम बहुत ही तीव्र प्रति से होने वाला प्रक्रम होता है। इस प्रक्रिया का कार्यसिद्धान्त लेजर पर आधारित है।

L	A	S	E	R
↓	↓	↓	↓	↓
Light	Amplification	Stimulated	Emisson	Radiation

यह प्रक्रिया प्रकाश पुंजों की सहायता से पूर्ण होती है। प्रकाश में विभिन्न प्रकार की तरंगे निहित होती है। इनमें कुछ तरंगे उच्च ऊर्जा स्रोत के निर्माण में बाधा डालती है। परन्तु लेजर बीम एक समांतर तरंगों का प्रकाश पुंज होता है। इनकी उत्पत्ति हेतु बार-बार विकिरण करना पड़ता है। जब रूबी क्रिस्टल जीनॉन ट्यूब को तीव्र प्रकाश फ्लैश में रखते हैं तो क्रोमियम के परमाणु उत्तेजित होकर उच्च स्तर ऊर्जा स्रोत तक पहुँच जाते हैं। कुछ देर पश्चात् ये कण अपनी ऊर्जा विसर्जित कर फोटोन प्रकाश ऊर्जा में विसर्जित होकर अपनी पूर्वावस्था में पहुँच जाते हैं। यदि यह फोटोन किसी अन्य उत्तेजित



चित्र 194 : Laser Beam Welding

क्रोमियम परमाणु से टकराने के पश्चात् प्राप्त होता है तो वह परमाणु एक फोटोन विसर्जित करता है। जोकि तत्पश्चात् एम्पलीफाई (Amplify) हो जाता है। यह लेजर बीम एक दर्पण (Mirror) या फोकसिंग लैंस से निकलने के पश्चात् कार्यखण्ड से टकराते हैं। जब यह प्रकाश ऊर्जा कार्यखण्ड पर पड़ती है तो बहुत उच्च ऊष्मा उत्पन्न करता है जिस कारण कार्यखण्ड अपनी प्लास्टिक अवस्था में आने के पश्चात् ठंडा होने के पश्चात् उच्च गुणवत्ता का जोड़ प्रदान करता है।

लाभ (Advantages)—

1. इस प्रक्रिया में वैल्ड पूल बहुत ही छोटा होता है तथा यह बहुत ही कम समय में समाप्त भी हो जाता है।
2. इस प्रक्रम पर वायुमण्डलीय गैसों का प्रभाव भी नहीं पड़ता जिस कारण किसी भी प्रकार के रक्षा कवच की जरूरत नहीं होती है।
3. ऊष्मा प्रभावित क्षेत्र बहुत ही कम होता है।
4. इस प्रक्रम में निर्वात उत्पन्न करने की जरूरत नहीं पड़ती है।
5. इस प्रक्रम द्वारा लगभग सभी प्रकार के मैटलों को जोड़ा जा सकता है।
6. इस प्रक्रम द्वारा पदार्थ अपनी हार्डनैस खोये बिना ही जोड़े जा सकते है।

अनुप्रयोग (Applications)—

1. इसके द्वारा उच्च ग्लनाक बिन्दू वाले धातुओं को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
2. इसके द्वारा बहुत छोटे-छोटे एवं पास-पास रखे अवयव भी सरलतापूर्वक जोड़े जा सकते हैं।
3. इसके द्वारा दो अलग-अलग धातुओं को भी वैल्ड किया जा सकता है।
4. इसके प्रयोग द्वारा जोड़ एवं कटान दोनों ही कार्य किये जा सकते हैं।
5. इसका उपयोग इलैक्ट्रानिक सर्किट एवं अवयय जोड़ने में भी किया जाता है।

लेजर बीम वैल्डिंग उपस्कर (Equipments of Laser Beam Welding)

लेजर बीम वैल्डिंग प्रक्रम में प्रयुक्त होने वाले संयन्त्र के प्रमुख उपस्कर निम्न है—

(i) कृत्रिम रूबी (Artificial Ruby)—यह प्राय: Al_2O_3 या एल्यूमीनियम ऑक्साइड में क्रोमियम मिलाकर तैयार किया जाता है। कृत्रिम रूबी के दोनों सिरों पर दर्पण बना होता है जिस कारण रेडियेशन (Radiation) रूबी के भीतर परिवर्तित हो जाती है। यदि रेडियेशन बाहरी तरफ लाना हो तो उस दर्पण की परवर्तिता (Magnification) या परावर्तन क्षमता 98% तो दूसरे दर्पण की परवर्तिता 100% होना आवश्यक होता है।

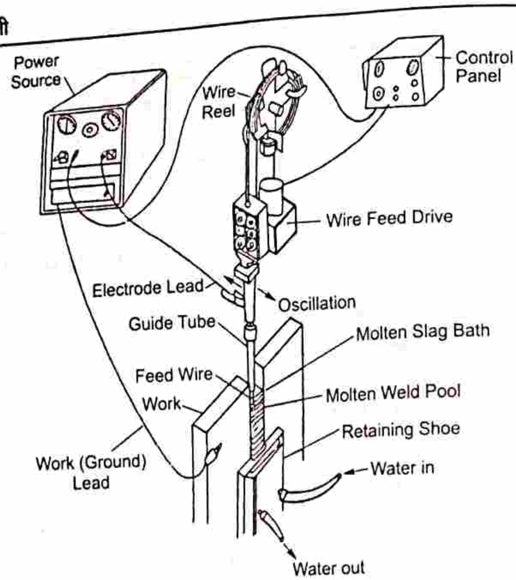
(ii) पंपिंग स्रोत (Pumping Source)—रूबी के चारों तरफ एक जीनान फ्लैश ट्यूब लिपटी रहती है। इस ट्यूब में एक अक्रिय गैस जैसे हीलियम, नियान इत्यादि भरी रहती है। फ्लैश ट्यूब विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है जो कि हजारों फ्लैश प्रति सैकंड की दर से फ्लैश उत्पन्न करती है।

(iii) संघनित्र भण्डारण बैंक (Capacity Storage Bank)—जीनन ट्यूब को ऊर्जा देने हेतु एवं उस ऊर्जा को स्टोर करने हेतु कैपेसिटर स्टोरेज बैंक इस संयंत्र में लगाया जाता है।

1.5.4 इलैक्ट्रो-स्लैग वैल्डिंग (Electro slag welding (ESW))

इलैक्ट्रो स्लैग वैल्डिंग भी अपरम्परागत वैल्डिंग प्रक्रम की श्रेणी में आता है। इस प्रक्रिया में पिघले मैले (Molten slag) को फिलर मैटेरियल तथा कार्य खण्ड (पार्ट्स) की सतह (Surface) को प्लास्टिक चरण (Plastic stage) तक लाकर वैल्डिंग जोड़ बनाते हैं। सबसे पहले फिलर मैटल के तार तथा जॉब के मध्य में एक आर्क बनाया जाता है। आर्क ही फ्लक्स को पिघलाता है। इसके पश्चात् विद्युत धारा (Current) स्लैग से होकर बहती है तथा इसके अवरोध होने के कारण बनी ऊष्मा द्वारा ही पिघलती है। पिघला हुआ स्लैग ही मैटल कवच का काम करती है।

स्लैग का तापक्रम 1650°C से 1950°C के मध्य रहता है। फिलर मैटल जोड़ को नीचे की तरफ से वैल्ड करते हुए ऊपरी सतह तक स्विंग (Swing) होती हुयी आती है। पिघली धातु के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए ताँबे के बने रिटेनिंग-शू-पार्ट्स (जॉब) के दोनों तरफ लगाये जाते हैं। इनको ठंडा करने के लिए पानी का प्रयोग होता है।



चित्र 195 : Electro Slag Welding

1.5.5 विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग (Electric resistance welding)

विद्युत यांत्रिकी के नियमानुसार जब कोई विद्युत धारा (I) के मार्ग में किसी प्रकार का कोई प्रतिरोध (R) आता है तो उस प्रतिरोध (R) के कारण ऊष्मा उत्पन्न हो जाती है। उत्पन्न ऊष्मा का मान निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात कर सकते हैं।

$$H = I^2RT$$

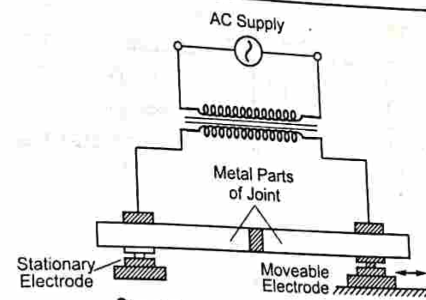
जहाँ H = उत्पन्न ऊष्मा, I = विद्युत धारा, R = प्रतिरोध तथा t = समय

विद्युत प्रतिरोधक वैल्डिंग प्रक्रियाओं का मूल सिद्धान्त उपरोक्त विधि द्वारा उत्पन्न ऊष्मा पर आधारित है। यह उत्पन्न ऊष्मा जब दो विपरीत पोलेरिटी (polarity) वाली दो चादरों पर डालकर दबायी जाती है तो कम प्रतिरोध का क्षेत्र होने के कारण उसी जगह पर करंट गुजरने लगता है। दोनों चादरों के बीच में स्थित वायु अंतराल की वजह से ही प्रतिरोध भी रहता है। ऊष्मा के कारण धातु पिघल जाती है तथा डाले गये दाब के कारण दोनों चादरें आपस में जुड़ जाती है। प्रतिरोध वैल्डिंग निम्न प्रकार की होती है—

(a) प्रतिरोध बट वैल्डिंग
(b) स्पॉट वैल्डिंग
(c) सीम वैल्डिंग
(d) उच्च आवृत्ति प्रतिरोध वैल्डिंग
(e) प्रक्षेप वैल्डिंग
(f) पर्कुजन वैल्डिंग

(a) प्रतिरोध बट वैल्डिंग (Resistance Butt welding)—इस प्रक्रिया में दोनों पार्ट्स के सिरों को आमने-सामने रखने के बाद प्रतिरोध वैल्डिंग की जाती है। यह वैल्डिंग दो प्रकार से हो सकती है एक अपसैट बट वैल्डिंग (Upset Butt Welding) तथा दूसरी फ्लैश बट वैल्डिंग (Flash Butt Welding) जिनका विस्तृत वर्णन निम्नवत् है—

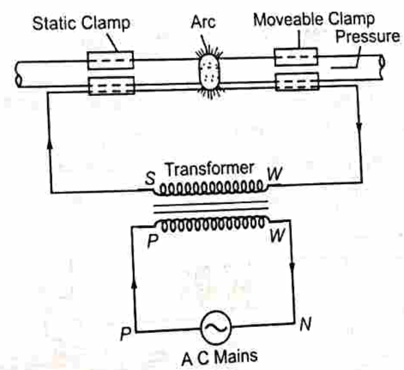
(i) अपसैट बट वैल्डिंग (Upset Butt Welding)—दोनों कार्यखण्डों को सर्वप्रथम आमने-सामने रखने के बाद मशीन के क्लैम्पों में मजबूती से जकड़ा जाता है। विद्युत धारा प्रवाहित होने पर कार्यखण्डों के सिरों पर एक उच्च स्पर्श प्रतिरोध बनता है जिसके कारण एक ऊष्मा पैदा हो जाती है। दोनों कार्यखण्डों के सिरों का ताप ग्लनांक तक पहुँच जाता है तथा समान दाब डालने पर दोनों कार्यखण्डों के सिरे आपस में जुड़ जाते हैं।



चित्र 196 : Upset Butt Welding

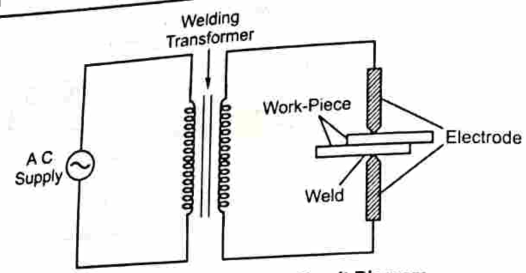
(ii) फ्लैश बट वैल्डिंग (Flash Butt Welding)—यह प्रक्रिया अपसैट प्रक्रिया का एडवांस रूप है। पर इस प्रक्रिया में दोनों सिरों का परस्पर मिलाते हुए नहीं रखते हैं पर दोनों सिरों को धीरे-धीरे से पास लाया जाता है। विद्युत आर्क उत्पन्न करने के पश्चात् जो ऊष्मा पैदा होती वह अगर दोनों चादरों के ग्लनांक बिन्दु तक पहुँच जाती है तो दोनों चादरें पिघल जाती है फिर दोनों के सिरों को मिलाकर उन पर दाब डाला जाता है जिस कारण दोनों कार्यखण्ड आपस में जोड़ का निर्माण करते हैं। धातु-अधातु मैला (Slag) छिटककर बाहर आ जाता है जिस कारण शुद्ध धातु जोड़ ही प्राप्त होता है।

(b) स्पॉट वैल्डिंग (Spot Welding)—इस प्रक्रिया में ताँबे के दो इलैक्ट्रोडों का प्रयोग होता है, जो कि चल तथा स्थिर भुजाओं में जकड़े रहते हैं। दोनों इलैक्ट्रोड्स को पावर सप्लाई एक स्टेप डाउन ट्रांसफार्मर जिसमें निम्न वोल्टेज (V) लगभग 6 – 10 Volts के मध्य होती है तथा उच्च धारा जो कि 300 Amp – 600 Amp के मध्य होती है। यह एक तीव्र प्रक्रिया है। जोड़ हमें प्राय: रिवेट की आकृति के प्राप्त होते है। संपूर्ण प्रक्रिया 5 चरणों में पूर्ण होती है पहले चरण में कार्यखण्ड को उचित रूप से इलैक्ट्रोड्स के बीच में रखा जाता है। दूसरे चरण में फुट पैडल पर दाब डालकर इलैक्ट्रोड्स को कार्यखण्ड से टच कराते हैं।

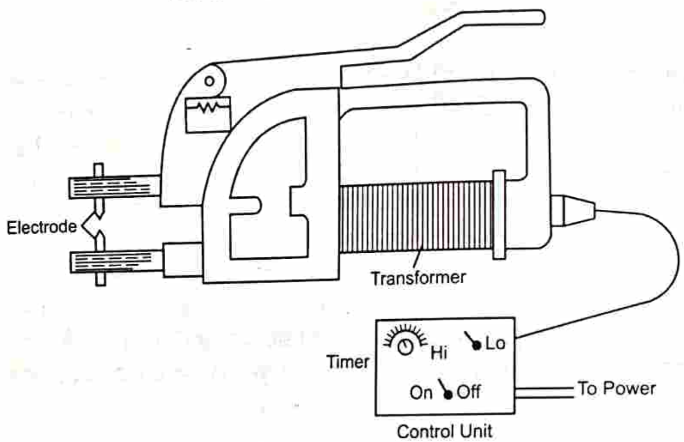


चित्र 197 : Spot Welding

इसके पश्चात् तीसरे चरण में विद्युत धारा (करंट) का प्रवाह शुरू कर इसे ठीक समय के लिये जोड़ में से गुजारकर संपर्क प्रतिरोध से कार्यखण्डों के बीच विभिन्न बिन्दुओं पर ऊष्मा को उत्पन्न करते हैं। चतुर्थ चरण में दोनों कार्यखण्डों पर पर्याप्त दाब डालते हैं जिस कारण वैल्ड जमने के बाद ठोस हो जाता है। अंतिम चरण में दोनों कार्यखण्डों पर से दाब हटा दिया जाता है तथा इलैक्ट्रोड कार्यखण्ड से अलग हो जाते हैं।

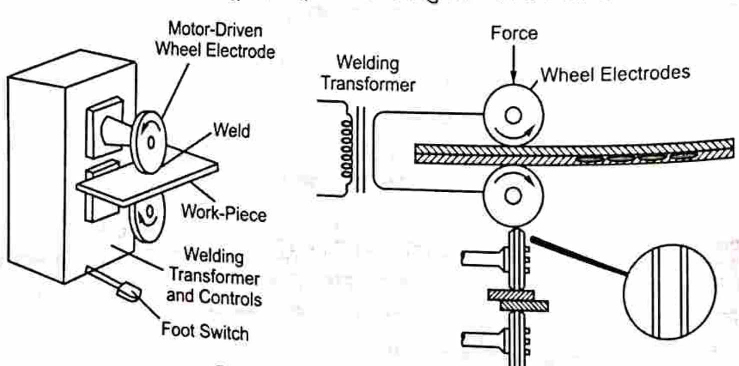


चित्र 198 : Spot Welding Circuit Diagram



चित्र 199 : Spot Welding Portable Gun

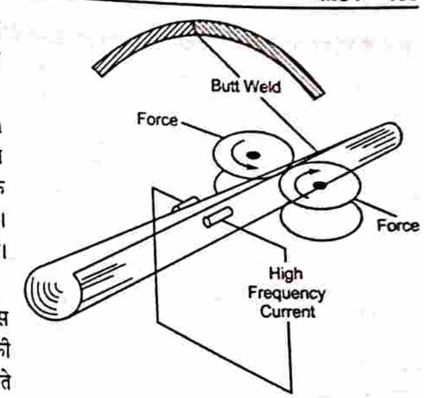
(c) सीम वैल्डिंग (Seam Welding)—सीम वैल्डिंग प्रक्रम स्पॉट वैल्डिंग का एडवांस तरीका है। इस प्रक्रिया में वैल्ड निरंतर होता है जिस कारण इसे सतत् स्पॉट वैल्डिंग (Continuous spot welding) भी कहते हैं। इस प्रक्रिया में इलैक्ट्रोड दो घूर्णी पहिए (Rotating Wheel) के रूप में होते हैं। जिन पर यांत्रिक दाब लगता है। धारा प्रवाहित कराने के पश्चात् कार्यखण्डों को परस्पर मिलाकर दोनों घूर्णी इलैक्ट्रोडों के मध्य से गुजारा जाता है जिस पर यांत्रिक दाब एक समान रूप



चित्र 200 : Seam Welding Process

से कार्यरत रहता है। धारा तथा प्रतिरोध की वजह से इलैक्ट्रोडों के मध्य कार्यखण्डों का ताप गलनांक बिन्दु तक पहुँचाया जाता है तथा यांत्रिक दाब के कारण से सतत् वैल्डिंग प्राप्त होती है।

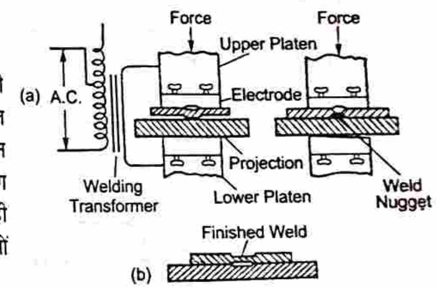
(d) उच्च आवृत्ति प्रतिरोध वैल्डिंग (High Frequency Resistance Welding)—उच्च आवृत्ति वैल्डिंग प्रक्रम में दोनों सतहों को एक उच्च आवृत्ति धारा जो कि 200 से 4,50,000 cycles से पास कराने पर उत्पन्न होती है। दाब डालने के लिये दो वैल्डिंग रोलरों का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया द्वारा ट्यूबों को वैल्ड करने के लिये किया जाता है।



चित्र 201 : High Frequency Resistance Welding

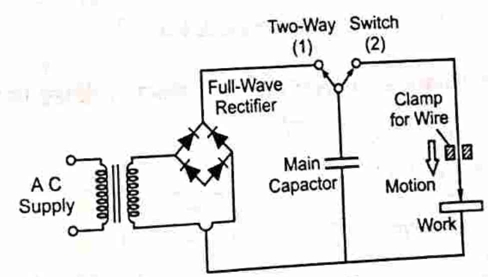
(e) प्रक्षेप वैल्डिंग (Projection Welding)—इस प्रक्रिया में दाब तथा धारा प्रवाह दोनों ही स्पॉट वैल्डिंग प्रक्रम की तरह ही लगाये जाते हैं। यहाँ इलैक्ट्रोड चपटे आकार के बने होते हैं। जिन दोनों सतहों को जोड़ना होता है उन पर वांछित जगहों पर उभार उत्पन्न कर लेते हैं। उभार बनाने के लिए डाई-पंचों का प्रयोग किया जाता है। जहाँ उभार होता है वहाँ-वैल्डिंग हो जाती है।

जोड़ी जाने वाले दोनों कार्यखण्डों (प्लेटों) को मशीन की डाइयों के मध्य स्थापित करते हैं। दोनों सतहों का मिलन केवल उभार बिन्दुओं पर ही होता है और विद्युत प्रवाह भी केवल इन संपर्क बिन्दुओं पर ही करते हैं। प्रतिरोध तथा धारा प्रवाह के कारण एक ऊष्मा उत्पन्न होती है जो कि केवल उभरे बिन्दुओं को ही गलनांक बिन्दु तक ले जाती है। फिर एक दाब डालकर उन बिन्दुओं पर वैल्डिंग प्रक्रिया पूर्ण की जाती है।



चित्र 202 : Projection Welding

(f) पर्कुजन वैल्डिंग (Percusion Welding)—पर्कुजन वैल्डिंग का उपयोग प्राय: पतले कार्यखण्डों को जोड़ने के लिए किया जाता है। इस प्रक्रिया में दोनों कार्यखण्डों को जोड़ने के लिये एक क्षणिक आर्क का प्रयोग कर दोनों को आपस में तेजी से टकराया जाता है। कार्यखण्ड पतले होने के कारण तीव्रता से प्लास्टिक अवस्था में आ जाते हैं तथा टकराने पर एक-दूसरे से जुड़ कर वैल्डिंग प्रक्रिया पूर्ण करते हैं। ऊर्जा स्रोत के लिए संघनित्रों (Condensers) का प्रयोग होता है।



चित्र 203 : Percusion Welding

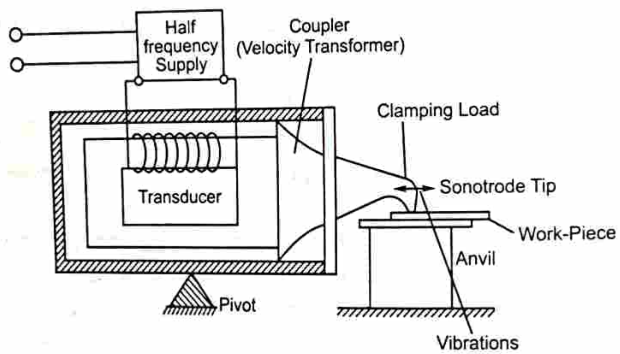
1.5.6 ठोस अवस्था वैल्डिंग (Solid Phase Welding)

इस प्रक्रिया में दोनों जोड़े जाने वाली धातुओं को उनके गलनांक बिन्दु तक गर्म करने की जरूरत नहीं होती है। परन्तु दोनों सतहों को प्लास्टिक अवस्था से कम ताप पर ही ठोस अवस्था में दाब देकर जोड़ा जाता है। दोनों पदार्थों के अणुओं के बीच अत: आणविक बंध (Intermolecular Bond) बनाने के लिए दबाव डालने की जरूरत पड़ती है। इसी कारण से इसे प्रेशर या दाब वैल्डिंग भी कह सकते हैं। ठोस अवस्था में धातुओं को जोड़ने की वजह से ही इसे ठोस अवस्था वैल्डिंग (Solid Phase Welding) कहा जाता है। यह प्राय: चार प्रकार की होती है—

(a) फोर्ज वैल्डिंग (b) अल्ट्रासोनिक वैल्डिंग
(c) विस्फोट वैल्डिंग (d) घर्षण वैल्डिंग

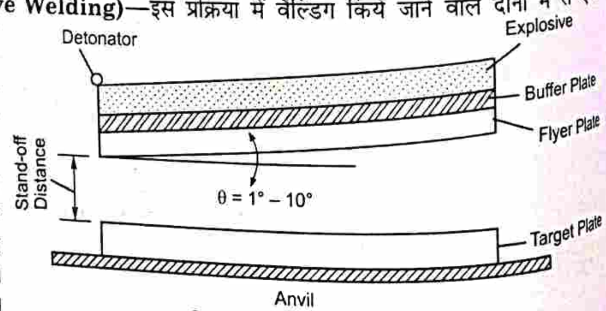
(a) फोर्ज वैल्डिंग (Forge Welding)—इस विधि में वैल्डिंग किये जाने वाले कार्य खण्डों को भट्टी में डालकर उनकी प्लास्टिक अवस्था अर्थात् गलनांक ताप से कुछ कम ताप तक गर्म करते हैं फिर हथौड़े के द्वारा पीट-पीट कर वैल्ड की प्रक्रिया को पूर्ण करते हैं। वैल्ड करने से पूर्व ही दोनों सतहों को पीट-पीट कर ऑक्साइड रहित कर दिया जाता है। उदाहरणार्थ लोहार द्वारा बनाये गये विभिन्न उपकरण फोर्ज विधि द्वारा ही तैयार किये जाते हैं।

(b) अल्ट्रासोनिक वैल्डिंग (Ultrasonic Welding)—इस विधि में अल्ट्रासोनिक साउन्ड जो कि श्रवण ध्वनि से ऊपर की ध्वनी होती है के द्वारा स्पंदन (Vibrations) उत्पन्न किये जाते हैं। दोनों सतहों (कार्यखण्डों) को बल लगाकर एक साथ क्लैम्प करते हैं। इसके बाद इन कार्यखण्डों को एक ट्रॉसड्यूसर की सहायता से अल्ट्रासोनिक आवृत्ति पर दोलन कर्तन प्रतिबल (Oscillating Shear Stress) जो कि एक प्रकार का दाब बल होता है उत्पन्न करते हैं। जिसकी सहायता से दोनों सतह बिना पिघले ही परस्पर जुड़ जाती है।



चित्र 204 : Ultrasonic Welding

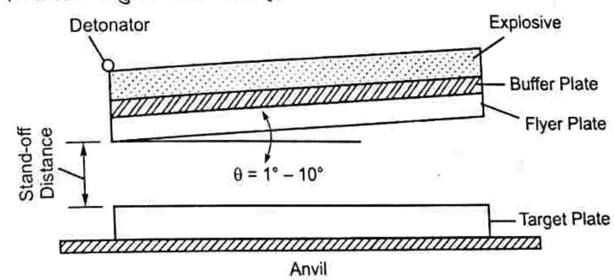
(c) विस्फोट वैल्डिंग (Explosive Welding)—इस प्रक्रिया में वैल्डिंग किये जाने वाले दोनों में से एक कार्यखण्ड को स्थिर रखते हैं तथा दूसरे को विस्फोटक द्वारा कार्यखण्ड पर तिरछा कर टकराते हैं। अत्याधिक वेग से टकराने की वजह से मैटल के कण एक दूसरे में फँस जाते हैं तथा वैल्डिंग क्रिया पूर्ण होती है। प्राय: टारगेट प्लेट (कार्यखण्ड) को एक एन्विल में कसकर स्थिर कर लेते हैं दूसरी प्लेट (फ्लायर प्लेट) को एक निश्चित दूरी पर रखकर एक निश्चित झुकाव पर रखते हैं। झुकाव कोण 1° से 10° के मध्य होता है।



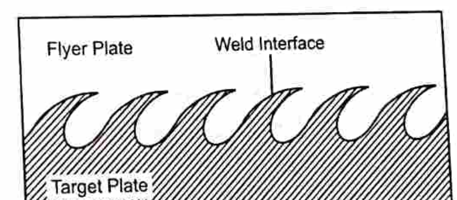
चित्र 205 : Explosive Welding

फ्लायर प्लेट पर एक अन्य प्लेट जिसे बफर प्लेट (Buffer Plate) कहते हैं रखी जाती है जो कि प्राय: PVC या Rubber (रबड़) की होती है। इसी बफर प्लेट पर विस्फोटक पदार्थ रखकर डिटोनेटर द्वारा विस्फोटक कराते हैं।

यह बहुत ही प्राचीन प्रक्रिया है। इसे क्लैडिंग भी कहा जाता है। इस प्रक्रम का पता द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान लगाया गया। दोनों कार्यखण्डों में से एक को स्थिर रखने हेतु एक एनविल में कस दिया जाता है जिसे टारगेट प्लेट कहा जाता है, वहीं दूसरी प्लेट फ्लायर (Flyer) प्लेट कहलाती है जो कि 1° – 10° तक कोण पर तिरछी कर लटकायी जाती है। फिर इस तिरछे पार्ट को तीव्र गति से टकराकर मैटल इन्टरफेस कस देते हैं। दोनों इंटरलॉक तक होने के पश्चात् जुड़ जाते हैं। दोनों प्लेटों के बीच एक गैप रखा जाता है। फ्लायर प्लेट के ऊपर बफर (Buffer) प्लेट लगी रहती है जो कि प्राय:PVC या रबर की निर्मित होती है। बफर प्लेट के ऊपर विस्फोटक जैसे PET N, RDX, ICI, TNT, META BEL etc. की परत बिछा उसका संबंध डिटोनेटर से कर दिया जाता है। फ्लायर प्लेट की गति 150 mm/sec से लेकर 550 mm/sec तक होती है। जिस कारण दोनों प्लेटों के मध्य एक दाब का निर्माण हो जाता है जिसकी मात्रा 70,000 से लेकर 70,0000N/cm^2 तक होती है। तीव्र वेग एवं उच्च दाब होने के कारण मैटल आगे की तरफ बहकर इन्टरलॉक हो जाती है। प्रत्येक विस्फोटक की गति भी भिन्न होती है। जिसका चयन आवश्यकतानुसार किया जाता है।



चित्र 206 : (a) Explosive Welding



चित्र 206 : (b) Weld Interfaces in Explosive Welding

लाभ (Advantages)—

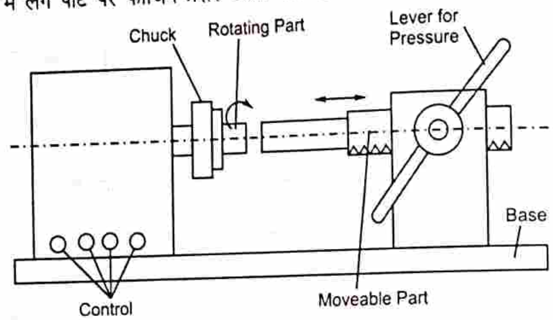
1. इस प्रक्रम द्वारा दोनों प्लेटों में से कम सामर्थ्य की प्लेट की सामर्थ्य के बराबर की सामर्थ्य का जोड़ निर्मित किया जा सकता है।
2. यह प्रक्रम बहुत ही साधारण है।
3. यह प्रक्रम पतली चादरों मोटी चादरों एवं पार्ट्स पर सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।
4. इसके द्वारा बड़े कार्यखण्डों को भी जोड़ा जा सकता है।
5. इसके द्वारा दो भिन्न-भिन्न पदार्थों को भी जोड़ा जा सकता है।
6. हार्ड वस्तु बिना हार्डनेस खोये ही वैल्ड की जा सकती है।

अनुप्रयोग (Applications)—

1. इसके द्वारा ट्यूब को बॉयलर हेडर एवं ऊष्मा विनिमित्र में जोड़ा जाता है।

2. इसका उपयोग क्लेडिंग के लिये भी किया जाता है।
3. शिपिंग इंडस्ट्री में इनका प्रयोग बहुधा किया जाता है।
4. इसके द्वारा कम्पोजिट पदार्थों का निर्माण भी सरलतापूर्वक किया जा सकता है।

(d) घर्षण वैल्डिंग (Friction Welding)—इस प्रक्रिया में घर्षण युक्त दोनों पार्ट्स के मध्य, दोनों कार्यखण्डों में बलपूर्वक आपस में घर्षण उत्पन्न कराया जाता है। घर्षण के कारण ऊष्मा उत्पन्न होती है जो कि दोनों पार्ट्स को प्लास्टिक अवस्था तक ला देती है तथा दाब लगाकर दोनों को एक-दूसरे के विरुद्ध जोड़ दिया जाता है। वैल्ड करने वाले पार्ट्स में से हल्के पार्ट् को चक्र में जकड़कर तीव्र किन्तु निश्चित गति में घुमाते हैं एवं भारी पार्ट को टेल स्टॉक के क्लैम्प में पकड़ पहले पार्ट के विरुद्ध प्रैशर (दाब) डालते हैं। घर्षण की वजह से दोनों सतह प्लास्टिक अवस्था में पहुँच जाती है तब घुमते पार्ट को रोककर टेल स्टॉक में लगे पार्ट पर फोर्जिंग प्रेशर डाला जाता है तथा दोनों पार्टस आपस में जुड़ जाते हैं।



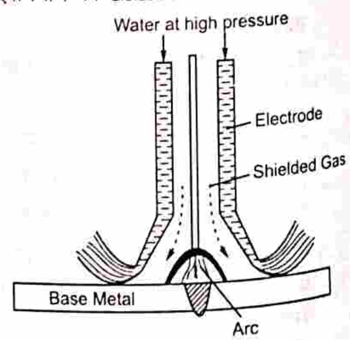
चित्र 207 : Friction Welding

1.5.7 अंडर वाटर वैल्डिंग प्रक्रम (Under Water Welding Process)

यह प्रक्रम मूलत: पानी में किया जाता है। इसके द्वारा पनडुब्बी, पानी के जहाज, समुद्री प्लेटफार्मो इत्यादि का निर्माण एवं मरम्मत की जाती है। यह प्रक्रम निम्न दो भागों में विभाजित किया गया है—

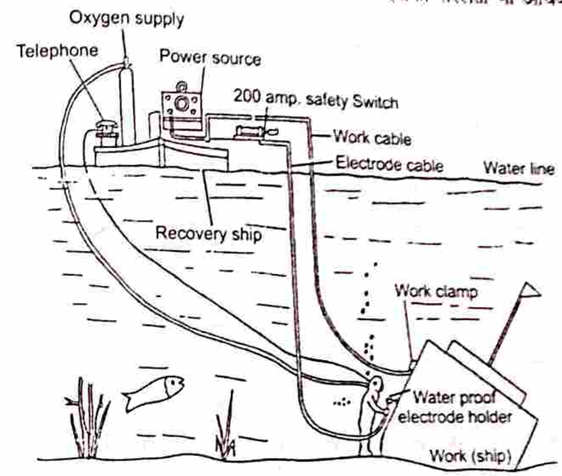
1. वेट अंडर वाटर वैल्डिंग (Wet Underwater welding)—यह वैल्डिंग प्रक्रम सस्ता व सरल होता है। इस प्रक्रम द्वारा वैल्ड किये गये जोड़ पानी की उपस्थिति के कारण शीघ्रता से ठण्डे हो जाते हैं। जिस कारण वैल्ड जोड़ में भंगुरता (Ductility) उत्पन्न हो जाती है। साथ ही जल विघटन होने कारण जोड़ में उत्पन्न हाइड्रोजन विघटन होने की वजह से ट्रैप भी आ जाते हैं। वेट अंडरवाटर वैल्डिंग कि प्रमुख विधियाँ निम्न हैं—

(i) गैस मैटल आर्क वैल्डिंग (Gas Metal Arc Welding)—इस विधि को GMAW भी कहा जाता है। यह विधि हवा में होने वाली GMAW विधि के ही समान होती है। आर्क को वायुमण्डलीय प्रभाव से बचाने हेतु शील्डिंग गैस हेतु कार्बन डाईआक्साइड (CO_2), हीलियम (He), ऑर्गन या इनमें से दोनों गैसों का मिश्रण भी प्रयोग किया जा सकता है। इस प्रक्रम के दौरान हाइड्रोजन इन्कलूजन भी नियंत्रित रहता है। इस प्रक्रम में एक विशेष प्रकार का नॉजल प्रयोग होता है जिससे शीघ्र शीतलन के कारण होने वाले भंगुरता के दोष से बचा जा सकता है। नॉजिल के द्वारा उच्च दाब वाला पानी का जैट बैस मैटल पर डाला जाता है। इस कारण वैल्ड बीड की ऊपरी सतह पर ऊपरी गैस का क्षेत्र निर्मित हो जाता है जो कि वैल्ड बीड एवं पानी का संपर्क कुछ समय हेतु रोक देता है।



चित्र 208 : Gas Metal Arc Welding

(ii) शील्डेड मैटल आर्क वैल्डिंग (Shielded Metal Arc Welding)—इस विधि को SMAW भी कहा जाता है। इस विधि में प्रयुक्त होने वाले इलैक्ट्रोड पर एक वाटर प्रूफ कोटिंग की जाती है। कोटिंग हेतु प्राय: विनायलिक वार्निश (Vinylic varnish), एसिटोन एवं सेल्यूलाइड के मिश्रण का भी प्रयोग किया जाता है। इस विधि द्वारा उत्पन्न जोड़ की तनन सामर्थ्य (Tensile strength) लगभग 80% तक होती है वहीं लगभग 50% तक की तन्यता (Dutility) प्राप्त होती है। इस प्रक्रम में कुछ विशेष संयंत्रों की भी जरूरत नहीं होती है जिस कारण इसकी सरलता भी अधिक हो जाती है।



चित्र 209 : Shielded Metal Arc Welding (Underwater)

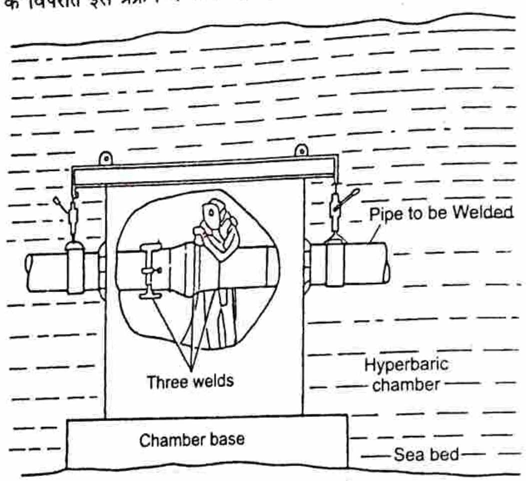
(iii) अण्डर वाटर प्लाज्मा आर्क वैल्डिंग (Under Water Plasma Arc Welding)—इसका कार्य-सिद्धान्त लगभग प्लाज्मा आर्क वैल्डिंग के ही समान होता है। प्लाजमा एक प्रकार की आयोनाइजड (Ionized) गैस होती जिसमें से विद्युत स्रोत सरलतापूर्वक पास कर वैल्डिंग का कार्य पूर्ण करता है। आर्क को वायुमण्डलीय गैसों के प्रभाव से बचाने हेतु ऑर्गन गैस, वाटर ग्लास या सोडियम सिलिकेट का प्रयोग सिल्डिंग गैस की भाँति किया जाता है। इस प्रक्रम द्वारा निर्मित जोड़ों की तन्यता (Dutility) एवं कठोरता (Hardness) भी कम होती है।

2. ड्राई अंडर वाटर वैल्डिंग प्रक्रम (Dry Under Water Welding Process)—इस वैल्डिंग प्रक्रम में जोड़े जाने वाले कार्यखण्ड या भाग को एक चैंबर में बंद करना पड़ता है। बाद में इसमें से पानी को निकास मार्ग द्वारा निकाल देते हैं। तत्पश्चात आगे की कार्यविधि वायु वैल्डिंग प्रक्रमों के ही समान की जाती है। इस विधि द्वारा उच्च गुणवत्ता वाला दोषरहित जोड़ का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है। चैंबर में उत्पन्न होने वाले दाब की मात्रा के अनुसार यह विधि निम्न वर्णित दो प्रकार की हो सकती है—

(i) ड्राई अंडरवाटर वैल्डिंग-वायुमण्डलीय दाब आधारित प्रक्रम (Dry Under Water Welding Process at Atmospheric Pressure)—इस प्रक्रम में वैल्डिंग किये जाने वाले कार्यखण्डों एवं कार्यस्थल दोनों को वायुमण्डलीय दाब या सामान्य दाब पर रखते हैं। संपूर्ण क्रियाविधि अन्य साधारण वैल्डिंग की भाँति ही पूर्ण की जाती है। वैल्डिंग चैंबर स्थिर रहता है। उसे अन्य स्थान पर ले जाने हेतु पूर्ण रूप से पृथक करके ही ले जाया जा सकता है।

(ii) ड्राई अंडरवाटर वैल्डिंग प्रक्रम वायुमण्डलीय दाब से ऊपर (Dry Under Water Welding Process at an Higher Pressure Than Atmospheric)—इस प्रक्रम में चैंबर का दाब चारों तरफ भरे जल के दाब से अधिक होना चाहिए। चैंबर के तल में एक द्वार की भी व्यवस्था की जाती है। उच्च दाब को नियंत्रित करने हेतु हाई प्रैशर वायु चैंबर में प्रवेशित कराया जाती है। परन्तु उस वायु का कुछ भाग तली में से बाहर निकलता रहता है। चैंबर के

भीतर हवा का दाब अधिक होने से जल बाहर निकलता है। तत्पश्चात् आगे की संपूर्ण प्रक्रिया सामान्य वैल्डिंग प्रक्रमों की भाँति ही पूर्ण होती है। चैंबर का सरलतापूर्वक खिसकाया जा सकता है अतः एक स्थान से दूसरे पर ले जाया जा सकता है। वायुमण्डलीय दाब प्रक्रम के विपरीत इस प्रक्रम में चैंबर को कार्य करते करते ही खिसकाकर आगे बढ़ाया जा सकता है।



चित्र 210 : Dry Underwater Welding (At a pressure higher than Atmospehre)

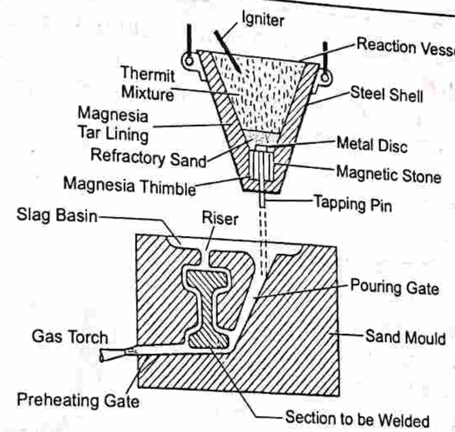
1.5.8 थर्मिट वैल्डिंग (Thermit welding)

इस प्रक्रिया में आयरन ऑक्साइड तथा एल्यूमीनियम के (Crushible mixture) क्रूसिबिल मिश्रण का प्रयोग होता है। दोनों भारों के मिश्रण का अनुपात 3 : 1 होता है। दोनों के बीच एक्सोथर्मिक क्रिया होती है जिस कारण एल्यूमीनियम ऑक्साइड तथा कार्बन बन जाता है। क्रिया द्वारा उत्पन्न ऊष्मा आयरन तथा एल्यूमीनियम ऑक्साइड दोनों को ही पिघला देती है। फिर थर्मिट मिक्सचर को जो दो सतह वैल्ड करनी होती है उनके ऊपर डाल देते हैं। मिक्सचर का ताप इतना अधिक होता है कि वह बेस मैटल को भी पिघला देती है। जो कि थर्मिट धातु के साथ मिल जाती है तथा ठंडा होने के पश्चात् एक उच्च क्वालिटी का जोड़ तैयार करती है। उदाहरणार्थ रेल की पटरियाँ प्रायः थर्मिट वैल्डिंग द्वारा ही जोड़ी जाती हैं।

यह प्रक्रम ऊष्मा क्षेपी (Exothermic) रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा उच्च ताप पर सम्पन्न होता है। इस प्रक्रम में प्रायः जोड़े जाने वाले स्थान के चारों तरफ पर्याप्त मात्रा में उच्च ताप पर इस्पात को भर दिया जाता है। जिसके कारण कार्यखण्डों की सतह फ्यूज (Fuse) होने के पश्चात् आपस में चिपक जाती है। कार्यखण्डों के मध्य गैप बनाकर उसमें थर्मिट मिश्रण पाउडर भर दिया जाता है जिसे मैग्नीशियम या उच्च ताप पर पिघलने वाले लोहे एवं एल्यूमीनियम ऑक्साइड कचरे के साथ प्रज्वलित करते हैं। तप्त थर्मिट इस्पात के कार्यखण्डों के चारों तरफ उड़ेलने से दोनों कार्यखण्ड प्लास्टिक अवस्था में आ जाते हैं तत्पश्चात् उन पर यांत्रिक दाब लगाकर जोड़ प्रक्रिया को पूर्ण किया जाता है रासायनिक अभिक्रिया निम्नवत् घटित होती है।

$$3Fe_3O_4 + 8Al \longrightarrow 9Fe + 4Al_2O_3 + 719.3 \text{ Kcal}$$

तापक्रम लगभग 2700°C के आसपास पहुँच जाता है जो कि इस्पात के ग्लंनाक से अधिक होता है। यह कार्य लगभग 30 sec के सूक्ष्म समय में ही पूर्ण हो जाती है। उक्त क्रिया अविस्फोटक (Non Explosive) होती है। इस प्रक्रम का सचित्र वर्णन नीचे दिये गये चित्र (37) में किया गया है। जोड़े जाने वाले कार्यखण्डों के चारों तरफ मोम का एक प्रतिरूप लगाकर इस्पात को बॉक्स में उड़ेलते हैं। प्रतिरूप तथा बॉक्स के मध्य का रिक्त स्थान बालू द्वारा भर दिया जाता है। फिर गैस फ्लेम की सहायता से कार्यखण्डों का पूर्व तापन एवं मोम को पिघलाया जाता है। बालू में उत्थापन, उड़ेलन एवं उष्मन गेट पूर्व में ही काट



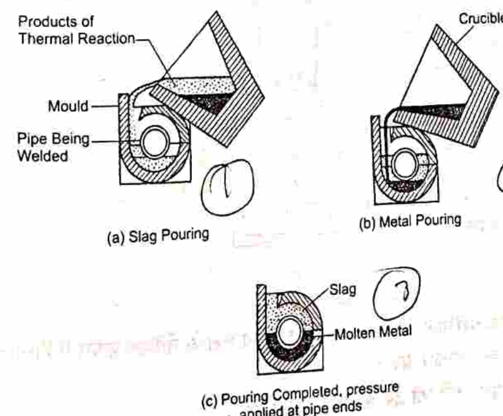
चित्र 211 : Thermit Welding Process

दिये जाते हैं। मोम के पिघलने से स्थान रिक्त हो जाता है फिर उस रिक्त स्थान में द्रवीय धातु उड़ेलकर भर दिया जाता है। उष्मा गेट को विद्युत स्रोत से जोड़ दिया जाता है। जिस कारण कार्यखण्डों का तापमान वैल्डन ताप के आस-पास पहुँच जाता है फिर उस पर यांत्रिक दाब डालकर संधि प्रक्रम को पूर्ण कर दिया जाता है।

थर्मिट वैल्डिंग प्रक्रम का वर्गीकरण (Classification of thermit welding)

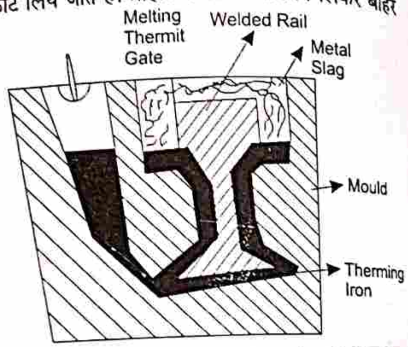
थर्मिट वैल्डिंग प्रक्रम में प्राप्त तापमान के प्रयोगानुसार इसे दो भागों में बाँटा गया है—

(i) दाब थर्मिट वैल्डिंग (Pressure Thermit Welding)—इस प्रक्रम में थर्मिट मिश्रण पूरक पदार्थ की तरह प्रयोग नहीं होता है परन्तु इसके तापमान द्वारा कार्यखण्डों के सिरों को प्लास्टिक अवस्था में लाया जाता है। तत्पश्चात् कार्यखण्डों पर दाब डालकर बट वैल्ड (Butt weld) बनाते हैं। कार्यखण्डों को पिघलने से बचाव हेतु स्लैग (Slag) को प्रवेशित किया जाता है। फिर थर्मिट मिश्रण क्रूसिबल को तिरछा (Tappered) कर उसमें उड़ेला जाता है। दिये गये चित्र में दाब थर्मिट वैल्डिंग प्रक्रम के कुछ चरण प्रदर्शित किये गये हैं।



चित्र 212 : Steps in Pressure Thermit Welding of a Pipe Joint

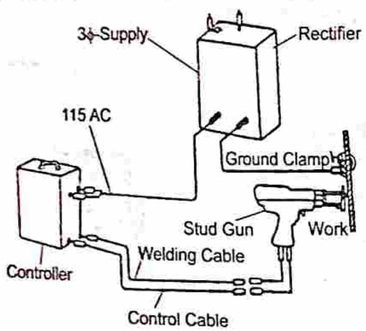
(ii) दाबरहित थर्मिट वैल्डिंग (Non Pressure Thermit Welding)—इस प्रक्रम में सर्वप्रथम धातु खण्डों की सतहों से ग्रीस, ऑक्साइडस, गन्दगी, स्टार्च इत्यादि को 150 mm तक साफ करते हैं। कार्यखण्डों के सिरों के मध्य लगभग 1.5 mm से लेकर 1.6 mm तक गैप रखकर एक पैटर्न का निर्माण किया जाता है। प्रतिरूप का आकार पूरक पदार्थ के वांछित आकार एवं मात्रा पर पूर्णतयः निर्भर करता है। तत्पश्चात् इस प्रतिरूप को संचकन बॉक्स में रखकर मोल्डिंग सैन्ड भर कर मोल्ड निर्मित कर लेते हैं। रेत में उडेलन, ऊष्मन, प्रीहीट गेट काट लिये जाते हैं। प्रीहीट करने से मोम पिघलकर बाहर निकल जाता है और रेत सूख जाता है। तत्पश्चात् प्रीहीटिंग बंद कर दी जाती है। क्रुसिबल के भीतर चित्र (38) की भाँति चार्ज तैयार किया जाता है। क्रुसिबल को तल में मैग्नीशियम स्टोन एवं मैग्नीशिया थिम्बल बिछाया जाता है। टैपिंग पिन के ऊपरी भाग पर धातु की प्लेट लटकायी जाती है। क्रुसिबल में सबसे नीचे की तरफ रेत बिछाकर इसके ऊपर हो एक इग्नाइटिंग पाउडर भर दिया जाता है जिसको जलाते ही थर्मिट प्रक्रिया प्रारंभ हो जाती है। यह प्रक्रिया ध्वनी सहित होती है। ध्वनी बंद होते ही यह समझा जाना चाहिये कि थर्मिट प्रक्रिया बंद हो गयी है। स्लैग तैरकर ऊपरी सतह पर एकत्र हो जाता है। पिघली धातु क्रुसिबल के तल में स्थित मोल्ड में डाली जाती है जिस कारण स्लैग का प्रवेश मोल्ड में नहीं हो पाता है। पिघली धातु का ताप इतना अधिक होता है कि कार्यखण्डों के सिरों का ताप इतना अधिक होता है कि कार्यखण्डों के सिरों के साथ ही फिलर या पूरक पदार्थ पिघलकर ठंडा होने के पश्चात् मजबूत जोड़ प्रदान करते हैं। कार्य पूर्ण हो जाने के पश्चात् रनर, राइजर इत्यादि को पृथक् कर दिया जाता है।



चित्र 213 : Non-Pressure Therming Welding

1.5.9 स्टड वैल्डिंग (Stud Welding)

इस प्रक्रम का कार्यसिद्धान्त यह है कि आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा से स्टड को पिघलने की अवस्था तक गर्म करने के पश्चात् एक वैल्ड पूल को निर्माण होता है। तत्पश्चात् इस वैल्ड पूल में कार्यखण्ड का डुबोकर जोड़ने की प्रक्रिया पूर्ण की जाती है। इस प्रक्रम को नीचे दिये गये चित्र (40) एवं चित्र (41) में इस कार्य में आने वाली वैल्डिंग गन को भी दर्शाया गया है। यह एक विशेष प्रकार की गन होती है जिसमें कि एक कॉलेट (Collet) लगा होता है जिसमें स्टड को पकड़ते हैं। स्टड के



चित्र 214 : Stud Welding

वैल्ड किये जाने वाले सिरे पर एक सिरैमिक फैरूल लगाया जाता है। फैरूल के वैल्डिंग प्रक्रम में निम्नलिखित कार्य है—

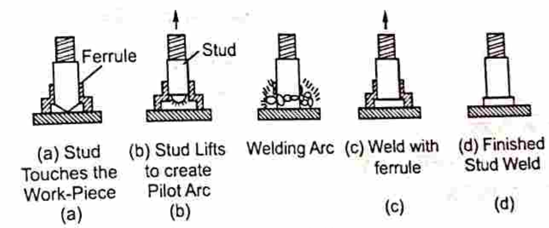
(i) यह जोड़ों को ऐच्छिक आकार प्रदान करता है।

(ii) वैल्डिंग जोड़ों की ठंडा होने की दर को कम करता है।

(iii) पिघली धातु के लिये सुरक्षा कवच प्रदान करता है जो कि उसे वायुमण्डलीय गैसों के कुप्रभाव से बचाता है।

(iv) आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा को उचित स्थान तक पहुँचाता है।

वैल्डिंग गन को प्रक्रिया प्रारंभ करने से पूर्व एक वांछित स्थान पर फिक्स कर दिया जाता है विद्युत स्रोत या कन्ट्रोल यूनिट में वांछित समय एक वांछित धारा का भी सैट कर दिया जाता है। गन में एक ट्रिगर भी लगा रहता है जिसे दबाते ही गन में लगी कुण्डली (सोलेनॉइड) में ऊष्मा का संचार प्रारंभ हो जाता है। ऊष्मा संचारित होते ही स्टड लगभग 1 से लेकर 1.5 mm तक ऊपर की ओर उठ जाता है। ऊपर उठते ही आर्क का निर्माण हो जाता है। आर्क द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा प्रायः फैरूल (Ferrule) में एकत्रित हो जाती है। जो कि बेस पदार्थ में वैल्ड पूल (weld pool) का निर्माण करती है। साथ ही साथ यह ऊष्मा स्टड को भी प्लास्टिक अवस्था में ला देती है। तत्पश्चात् सैट समय पर ऊष्मा संचारण बंद हो जाने के कारण आर्क का निर्माण होना भी समाप्त हो जाता है। फिर स्टड को स्प्रिंग की सहायता से वैल्ड पूल में डुबो दिया जाता है।



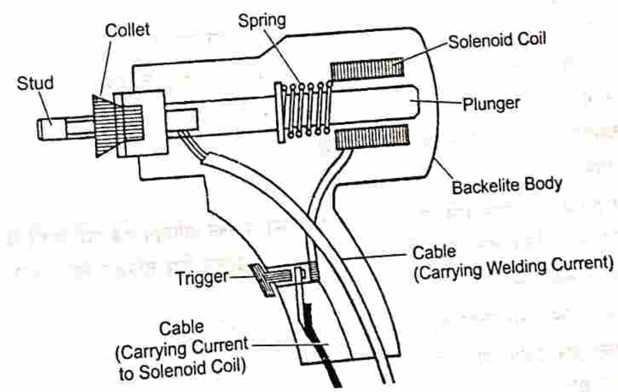
चित्र 215 : Stud Welding Process

अनुप्रयोग (Applications)—

(i) इस वैल्डिंग प्रक्रम का प्रयोग एयरोनोटिक्स ऑटोमोबाइल, शिप बिल्डिंग, बॉयलरों इत्यादि में होता है।

(ii) इस प्रक्रम द्वारा लौह, अलौह एवं उनके एलॉयो को सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है।

(iii) इस प्रक्रम का प्रयोग पिन, बोल्ट, रिविट इत्यादि को प्लेटों में वैल्ड करने में भी किया जाता है।



चित्र 216 : Stud Welding Gun

सारांश

वेल्डिंग—धातुओं को स्थाई एवं अस्थाई रूप से जोड़ने की प्रक्रिया को वेल्डिंग कहते हैं।

वेल्डिंग के प्रकार—

(a) फोर्ज वेल्डन (b) गलन वेल्डन

वेल्डों के कुछ मौलिक प्रकार—

(a) बीड वेल्ड (b) विपिंग
(c) पैडिंग (d) टांका वेल्ड
(e) खांचा वेल्ड (f) प्लग एवं स्लार वेल्ड
(g) फिलेट वेल्ड (h) सतत जोड़
(i) अंतरालिय जोड़ (j) संयुक्त जोड़

वेल्डिंग तकनीकों के प्रारूप—

- वामावर्त अथवा अग्र हस्तवेल्डन तकनीक
- दक्षिणवार्त वेल्डन तकनीक

वेल्डिंग स्थितियाँ—

- स्लोप
- घुमाव कोण
  - (a) फ्लैट स्थिति (b) ढलाव स्थिति
  - (c) क्षैजित स्थिति (d) ऊर्ध्वाधर स्थिति
  - (e) ओवर हैड स्थिति

वेल्डिंग चिन्ह के मूल तत्व—

(a) सांकेतिक रेखा (b) तीर का निशान
(c) माप तथा अन्य सामग्री (d) मूलभूत वैल्ड चिन्ह
(e) वैल्डसाफ करने की विधि के चिन्ह (f) सम्पूरक चिन्ह
(g) विशिष्टताओं बनाने की प्रक्रिया या अन्य विवरण
(h) पिछला भाग

गैस वेल्डिंग विधि में जोड़े जाने वाले धातु खण्डों या भागों का संगलन तापमान तक गर्म करने के लिए ज्वलनशील गैसों की ज्वाला का प्रयोग करके बिना दाब डाले ही वेल्डन करते हैं। दो प्रकार गैस वेल्डिंग विधि होती है—

(a) उच्च दाब ऑक्सी एसीटीलीन वेल्डन
(b) निम्न दाब ऑक्सी एसीटीलीन वेल्डन

ज्वाला—ज्वाला तीन प्रकार की होती है—

- उदासीन ज्वाला
- काबुरीकारक ज्वाला
- ऑक्सीकारक ज्वाला

दिष्ट धारा और प्रत्यावर्ती धारा आर्क वेल्डन

इस वेल्डन में मुख्य रूप से एक वेल्डन मशीन, एक इलेक्ट्रोड होल्डर, दो लीड कनेक्शन के लिए एक इलेक्ट्रोड तथा कार्य या कार्यखण्ड की आवश्यकता होती है।

वेल्डन के औजार एवं उपकरण

(i) ऑक्सीजन सिलिण्डर
(ii) एसीटीलीन सिलिण्डर
(iii) निम्न दाब एसीटीलीन जनित्र
(iv) टार्च या ब्लो पाइप
(v) दाब नियामक
(vi) काटने के लिए निम्न तथा उच्च दाब टार्च
(vii) मोटर जनित्र वेल्डन सेट
(viii) ट्रांसफार्मर वेल्डन सेट
(ix) बिन्दु वेल्डन मशीन
(x) संस्तर वेल्डन मशनी
(xi) वेल्डन परिरक्षक
(xii) इलेक्ट्रोड होल्डर
(xiii) वेल्डन लीड
(xiv) वेल्डन लग
(xv) चिपिंग हथौड़ा

पूरक पदार्थ—वे पदार्थ जो वेल्डन में पिघलाकर जोड़ पर अतिरिक्त धातु के रूप में डाले जाते हैं, पूरक पदार्थ कहलाते हैं।

गालक पदार्थ—गालक गलनशील पदार्थ या गैस होता है। इसकी विशेषता होती है कि यह पदार्थ पिघली या गर्म धातु की वातावरण से होने वाली क्रिया को रोकता है।

कोर सज्जा—वेल्डन क्रिया प्रारम्भ करने से पूर्व जोड़ के किनारों को ठीक प्रकार से तैयार करने को कोर सज्जा कहते हैं।

वेल्डन जोड़— निम्न प्रकार के होते हैं—

- कुन्द जोड़
- चढ़ाव जोड़
- टी-जोड़
- कोर जोड़
- कोना जोड़

वेल्डन स्थितियाँ—

- समतल वेल्डन
- क्षैतिज वेल्डन
- ऊर्ध्वाधर वेल्डन
- शिरोपरि वेल्डन

आर्क वेल्डिंग—इस प्रक्रम में एक वेल्डिंग मशीन का प्रयोग किया जाता है जिसका AC अथवा DC शक्ति स्रोत दोनों के ही द्वारा किया जा सकता है। इलैक्ट्रोड पर एक फ्लक्स की कोटिंग चढ़ी रहती है।

प्रमुख आर्क वेल्डन प्रक्रम—

(i) हस्तचाकित धात्विक आर्क वेल्डिंग

(ii) निगमन आर्क वेल्डिंग

(iii) कार्बन आर्क वैल्डिंग

वैल्डिंग उपकरण—

- वैल्डिंग तार
- केबिल कनेक्टर्स
- इलैक्ट्रोड होल्डर्स
- अर्थिंग क्लैम्प
- पोर्टेबल वैल्डिंग स्क्रीन
- वैल्डिंग टेबल
- वैल्डिंग चश्मा या गोगल्स
- वैल्डिंग ग्लव्स, लैग गार्ड एवं एप्रन
- चिपिंग हैमर एवं वायर ब्रुश
- वैल्डिंग हैलमेट एवं हैन्डशील्ड
- वैल्डिंग बूथ
- इलैक्ट्रोड बॉक्स या कैरियर
- इलैक्ट्रोड ओवन
- जिग्स एवं फिक्चर्स
- वैल्ड-गेज

वैल्डिंग इलेक्ट्रोड—इलैक्ट्रोड धातु या अधातु की छड़ होती है जिसका प्रयोग विद्युत आर्क के निर्माण हेतु टर्मिनल के रूप में किया जाता है।

फ्लक्स—इलेक्ट्रोड पर चढ़ाये जाने वाला लेपित पदार्थ ही गालक कहलाता है।

विभिन्न गालक पदार्थ—

(i) सेलुलोज पदार्थ

(ii) लौह मिश्र धातु

(iii) पौटेशियम तथा सोडियम सिलिकेट पदार्थ

(iv) बाल क्ले गालक पदार्थ

(v) स्टाइल पदार्थ गालक

(vi) चूना पत्थर एवं कैल्शियम कार्बोनेट गालक पदार्थ

(vii) आयरन पाउडर गालव

वैल्डिंग आर्क—यदि धातुओं के दोनों छड़ों में विद्युत धारा प्रवाहित कर जोड़ा जाता है तो आर्क बनता है।

वैल्डिंग आर्क के प्रकार

- अचल आर्क

- चल आर्क

आर्क की आन्तरिक संरचना

(a) कैथोड या ऋणोद पात क्षेत्र

(b) आर्क प्लाज्मा स्तम्भ

(c) एनोड या धनोद पात क्षेत्र

वेल्ड बीड ज्यामिति

(i) वैल्डिंग की गहराई

(ii) सम्पर्क कोण

(iii) वैल्ड बीड की चौड़ाई

(iv) प्रबल ऊँचाई

(v) प्रबलन क्षेत्र

पैडिंग—जब किसी धातु की सतह पर उसी धातु की या अन्य किसी धातु की परत बिछायी जाये तो परत बिछाने की यह क्रिया पैडिंग कहलाती है।

प्रतिरोध वैल्डिंग—वैल्डिंग का प्रयोग धातु की चादरों को जोड़ने में किया जाता है। इसकी प्रमुख विशेषता यह है कि इसमें किसी भी प्रकार का फिकर रॉड या इलेक्ट्रोड्स की अलग से आवश्यकता नहीं पड़ती है।

प्रतिरोध वैल्डिंग प्रक्रमों का वर्गीकरण—

(i) स्पाट वैल्डिंग

(ii) सीम वैल्डिंग

(iii) प्रक्षेप या प्रोजेक्शन वैल्डिंग

(iv) पर्कुजन वैल्डिंग

(v) बट वैल्डिंग

सब्मर्ज्ड आर्क वैल्डिंग—यह प्राकृतिक वैल्डिंग होती है। इस प्रक्रम में आर्क द्वारा वैल्डिंग कार्य पूर्ण किया जाता है सब्मर्ज्ड आर्क वैल्डिंग प्रक्रम में निर्मित आर्क पूर्णत: फ्लक्स में डूबा रहता है।

वैल्डिंग दोषों के प्रकार—

(i) बाह्य या ऊपरी दोष

(ii) अन्त: या अन्दरूनी दोष

(a) दरारें

(b) ऊँची-नीची बीड

(c) क्रैटर्स

(d) स्पैटर्स

(e) टेढ़े-मेढ़े जोड़

(f) किनारा पिघलाना

(g) अपूर्ण पैनीट्रेशन

(h) ओवर लैप एवं ओवर राल

(i) कठोर एवं भंगुर जोड़

(j) मैटल का कम मिलान

(k) वैल्ड मैटल स्लैग

(l) सतही संरध्रता

(m) ब्लो होल्स

वैल्डिंग परीक्षण—दो प्रकार के परीक्षण किए जाते हैं—

(a) भंजनात्मक विधि

(b) अभंजनात्मक विधि

प्रमुख परीक्षण—

(i) तनन परीक्षण परीक्षण

(ii) नम्यता परीक्षण

(iii) आघात परीक्षण

(iv) कठोरता परीक्षण

(v) श्रांतिक परीक्षण

(vi) दृष्टि परीक्षण

(vii) लीक परीक्षण

(viii) रेडियोग्राफी परीक्षण

(ix) गामा किरण परीक्षण

(x) चुम्बकीय कण परीक्षण

(xi) डाई पेनिट्रेंट परीक्षण

(xii) परा श्रव्य परीक्षण

1. मैटल आर्क गैस वैल्डिंग—यह प्रक्रम शील्डेड मैटल आर्क वैल्डिंग तकनीक का आधुनिक स्वरूप है। इसे MIG नाम से पुकारा जाता है। इस प्रक्रम में प्राय: उपभोज्य इलैक्ट्रोड का प्रयोग किया जाता है। इलैक्ट्रोड के साथ ही इनर्ट गैस का प्रयोग शील्डिंग पदार्थ की तरह करते हैं।

2. टंगस्टन इनर्ट गैस आर्क वैल्डिंग—यह प्रक्रम मूलत: कार्बन आर्क वैल्डिंग प्रक्रम का ही एक आधुनिक स्वरूप है। इस प्रक्रम में कार्बन इलैक्ट्रोड के स्थान पर एक अलेपित, अपभोज्य इलैक्ट्रोड का प्रयोग होता है। इनर्ट गैस शील्डिंग का कार्य कार्बन आर्क प्रक्रम की भाँति ही पूर्ण करता है।

3. लेजन बीम वैल्डिंग—लेजन बीम वैल्डिंग प्रक्रिया में लेजर के द्वारा निकलने वाली तरंगों द्वारा उत्पन्न ऊष्मा द्वारा पूर्ण की जाती है। लेजर बीम वैल्डिंग भी अपरम्परागत-वैल्डिंग प्रक्रिया की श्रेणी में आती है। इस प्रक्रिया में रेडियेशन द्वारा उच्च प्रकाश पुंज उत्पन्न किया जाता है। यह प्रक्रम बहुत ही तीव्र गति से होने वाला प्रक्रम होता है। इस प्रक्रिया का कार्य-सिद्धान्त लेजर पर आधारित है।

इलेक्ट्रो-स्लैग वैल्डिंग—इलेक्ट्रो-स्लैग वैल्डिंग भी अपरम्परागत वैल्डिंग प्रक्रम की श्रेणी में आता है। इस प्रक्रिया में पिघले मैले (Molten Slag) को फिटर मैटेरियल तथा कार्यखण्ड ही सतह को प्लास्टिक चरण तक लाकर वैल्डिंग जोड़ बनाते हैं।

विधुत प्रतिरोध वैल्डिंग—प्रमुख प्रक्रम निम्न हैं—

(i) प्रतिरोध बट वैल्डिंग

(ii) स्पाट वैल्डिंग

(iii) सीम वैल्डिंग

(iv) उच्च आवृत्ति प्रतिरोध वैल्डिंग

(v) प्रक्षेप वैल्डिंग

(vi) पर्कुजन वैल्डिंग

ठोस अवस्था वैल्डिंग—इस प्रक्रिया में दोनों जोड़ जाने वाली धातुओं को उनके गलनांक बिन्दु तक गर्म करने की जरूरत नहीं होती है। यह चार प्रकार का होता है—

फोर्ज वैल्डिंग अल्ट्रोसानिक वैल्डिंग

विस्फोट वैल्डिंग घर्षण वैल्डिंग

(vi) अंडर वाटर वैल्डिंग प्रक्रम—यह प्रक्रम मूलत: पानी में किया जाता है। यह दो प्रकार का होता है—

(a) आर्द्र अंडर वाटर वैल्डिंग

(b) शुष्क अंडर वाटर वैल्डिंग

(vii) जर्मिट वैल्डिंग—इस प्रक्रिया में आयरन ऑक्साइड तथा एल्युमिनियम के क्रूसिबिल मिश्रण का प्रयोग होता है। दोनों भारों के मिश्रण का अनुपात 3 : 1 होता है। दोनों के बीच एक्सोलर्मिक क्रिया होती है।

वर्गीकरण—

- दाब जर्मिट वैल्डिंग
- दाब रहित जर्मिट वैल्डिंग

अभ्यास प्रश्न

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. वैल्डिंग चिन्ह के मूल तत्त्व क्या हैं? इससे हमें क्या जानकारी प्राप्त होती है?
2. वैल्डिंग की विभिन्न स्थितियाँ चित्र सहित समझाइये।
3. अच्छे वैल्डिंग के गुणों पर प्रकाश डालिए।
4. वैल्डिंग के जोड़ कितने प्रकार के होते हैं चित्र की सहायता से समझाइये।
5. कोर-सज्जा की विभिन्न विधियों पर प्रकाश डालिए।
6. वींविंग (Weaving), पैडिंग (Padding) तथा बीड़िंग (Beading) को स्पष्ट कीजिए।
7. कोर-सज्जा से आपका क्या तात्पर्य है? विस्तार से समझाइये।
8. वेल्डन की परिभाषा बताइये। वेल्डन की उपयोगिता को बताइये। *(B.T.E. 2007)*
9. वेल्डन प्रक्रियाओं का वर्णन कीजिये। *(B.T.E.)*
10. वेल्डन की विभिन्न विधियों के नाम बताइये। *(B.T.E.)*
11. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिये—
    (i) वेल्डन ज्वालायें (welding flames) *(BTE 2005)*
    (ii) ऑक्सी-एसीटीलीन वेल्डन (Oxy-Acetylene welding) *(BTE 2005)*
    (iii) गैस वेल्डन (Gas welding)
    (iv) विद्युत वेल्डन (Electric welding)
    (v) फोर्ज वेल्डन (Forge welding)
    (vi) वेल्डन मशीनें (Welding machines)
    (vii) वेल्डिंग इलेक्ट्रोड्स (Welding electrodes)

12. ऑक्सी-एसीटीलीन गैस वेल्डन में प्रयुक्त उपकरणों के नाम लिखिये एवं किसी एक का वर्णन करें। (B.T.E. 2008)
13. गैस वेल्डन एवं आर्क वेल्डन में क्या अन्तर है? (B.T.E.)
14. विद्युत आर्क वेल्डन का सिद्धान्त समझाइये। (BTE 2005)
15. ए.सी. तथा डी.सी. आर्क वेल्डन के गुण एवं दोषों का वर्णन करें। (BTE 2005)
16. गालक पदार्थ (Flux) का क्या महत्व है? समझाइये। (B.T.E. 2006)
17. वेल्डन परिरक्षक कौन-कौन से होते हैं? (B.T.E.)
18. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये— (B.T.E.)
   (i) वेल्डन लीड एवं लग (Welding lead & lug)
   (ii) चिपिंग हथौड़ा (Chipping hammer)
   (iii) इलेक्ट्रोड होल्डर (Electrode holder)
19. ज्वाला कितने प्रकार की होती है एवं उनका वर्णन करें। (B.T.E. 2005)
20. दाब नियामक के बारे में संक्षिप्त वर्णन करें।
21. टार्च या ब्लो पाइप को समझाइये।
22. पूरक पदार्थ के बारे में विस्तार से वर्णन करें। (B.T.E.)
23. कोर सज्जा किसे कहते हैं? और यह क्यों जरूरी है?
24. विभिन्न वेल्डन जोड़ों के नाम बताइये एवं किसी एक का वर्णन करें। (B.T.E.)
25. निम्न वेल्डन तकनीक का वर्णन करें—
   (i) वामावर्त या अग्रहस्त वेल्डन
   (ii) दक्षिणावर्त या पश्च-हस्त वेल्डन। (B.T.E.)
26. निम्नलिखित में अन्तर स्पष्ट करें—
   (i) निम्न तथा उच्च दाब गैस वेल्डन (B.T.E.)
   (ii) उदासीन ज्वाला एवं ऑक्सीकारक ज्वाला (B.T.E.)
   (iii) फोर्ज वेल्डन तथा गैस वेल्डन
   (iv) ए.सी. तथा डी.सी. विद्युत आर्क वेल्डन (B.T.E.)
   (v) स्पॉट तथा सीम वेल्डन (B.T.E.)
   (vi) फिलर पदार्थ तथा फ्लक्स पदार्थ
27. वेल्डन में गालक (flux) क्यों प्रयोग किया जाता है तथा इसके क्या लाभ हैं? विभिन्न गालक पदार्थों के नाम बताइये। (B.T.E.)
28. वेल्डन इलेक्ट्रोड कितने प्रकार की होती हैं?
29. आर्क वेल्डन में क्या सावधानियाँ रखनी चाहिए? (B.T.E.)
30. वेल्डन के अन्तर्गत एवं बाद में कौन-कौन से दोष उत्पन्न होते हैं एवं उनका क्या उपचार होता है? (B.T.E.)
31. ऊर्ध्वाधर वेल्डिंग क्या है? यह क्षैतिज वेल्डिंग से किस प्रकार भिन्न है? (B.T.E.)
32. वेल्डन छड़ या इलेक्ट्रोड पर लेप क्यों लगाया जाता है?
33. गैस वैल्डिंग में प्रयुक्त होने वाली विभिन्न उपकरणों के नाम बताते हुये उनके कार्य बताइये।
34. ऑक्सी-एसीटिलीन गैस वैल्डिंग कितने प्रकार की होती है? तथा उच्च दाब वैल्डिंग व निम्न दाब वैल्डिंग में क्या अन्तर होता है?
35. एसीटिलीन गैस की अशुद्धियों का निराकरण क्यों व कैसे किया जाता है?
36. एसीटिलीन जेनेरटर व सिलेण्डर मैनीफोल्ड का वर्णन कीजिए।

37. गैस सिलेण्डरों को प्रयोग करते समय क्या सावधानियाँ बरतनी चाहिए?
38. बैक फायर से सुरक्षा प्रदान करने के लिए प्रयुक्त उपकरण का वर्णन कीजिए।
39. ब्लोपाइप कितने प्रकार की होती है? चित्र बनाकर किसी एक की क्रिया-विधि समझाइये।
40. प्रैशर रेग्यूलेटर कितने प्रकार के होते हैं? किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
41. गैस कटिंग टॉर्च की बनावट को समझाइये तथा यह वैल्डिंग टॉर्च से किस प्रकार भिन्न होती है?
42. वैल्डिंग टॉर्च की टिप का साइज कैसे निर्धारित किया जाता है? टिपों के रख-रखाव में किन बातों का ध्यान रखना चाहिये?
43. विभिन्न प्रकार की फ्लेमों का वर्णन कीजिए।
44. फ्लेम की संरचना को चित्र सहित स्पष्ट कीजिए।
45. वैल्डिंग उपकरणों को आपस में सही प्रकार से जोड़ने की विधि का वर्णन कीजिए।
46. वैल्डिंग प्रविधियों का वर्णन करते हुये लैफ्टवर्ड वैल्डिंग व राइटवर्ड वैल्डिंग में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
47. फ्लेम में उत्पन्न होने वाले विभिन्न दोषों का वर्णन कीजिए।
48. वैल्डिंग टॉर्च जलाने की विधि का वर्णन कीजिए।
49. लिण्डे वैल्डिंग व ब्लॉक वैल्डिंग का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
50. निम्न में से किन्हीं चार पर टिप्पणी करें—
   (i) केबिल कनैक्टर (ii) इलैक्ट्रोड होल्डर (iii) अर्थ क्लैम्प
   (iv) हैण्डशिल्ड (v) चिपिंग हैमर (vi) वैल्डिंग गेज
51. वैल्डिंग में प्रयोग होने वाले विभिन्न उपकरणों को सूचीबद्ध कीजिए।
52. वैल्डिंग सैट कितने प्रकार के होते हैं? किसी एक का सचित्र वर्णन कीजिए।
53. ए०सी० ट्राँसफॉर्मर में करन्ट कन्ट्रोल करने की कौन-कौन सी विधियाँ हैं? विस्तार से सचित्र वर्णन करो।
54. विभिन्न प्रकार के वैल्डिंग सैटों का तुलनात्मक अध्ययन प्रस्तुत कीजिए।
55. भारतीय मानक ब्यूरों द्वारा वेल्डन इलेक्ट्रोडों के वर्गीकरण को समझाइए तथा इसके प्रमुख तत्वों का वर्णन कीजिए। (2011)
56. EB 4326 H_2JX तथा ER 6211H_3KX इलैक्ट्रोडों का अर्थ समझाइए।
57. आर्द्र (गीले) इलैक्ट्रोड प्रयोग करने से वैल्डिंग किस प्रकार प्रभावित होती है। (1990)
58. निम्न पर टिप्पणी कीजिए—
   (a) कास्ट आयरन इलैक्ट्रोड (b) सर्फेसिंग इलैक्ट्रोड
   (c) इलैक्ट्रोड साइज का चुनाव (d) करंट का चुनाव
59. इलैक्ट्रोड की पहचान कैसे की जाती है। ISI कोडिंग का प्रत्येक अंक क्या निरूपित करता है।
60. वेल्डन प्रक्रम में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न प्रकार के इलैक्ट्रोडों का वर्णन कीजिए। (2011)
61. वैल्डिंग इलैक्ट्रोड पर फ्लक्स की कोटिंग क्यों की जाती है?
62. विभिन्न प्रकार के इलैक्ट्रोडों की सूची बनाइये तथा उनके अनुप्रयोग लिखिये। (1994, 1995, 1998, 2002)
63. इलैक्ट्रोड के वर्गीकरण तथा कोडिंग से वैल्डर को किस प्रकार सहायता मिलती है?
64. वैल्ड बीड़ की ज्यामिति (Weld Bead Geometry) को स्वच्छ रेखाचित्र द्वारा समझाइये। (2003)
65. निम्नलिखित को समझाइये—
   आर्क प्रारम्भ, आर्क संरचना, वैल्ड की ज्यामित, आर्क के प्रकार। (2000)
66. वैल्डिंग आर्क की परिभाषा दीजिए। इसके विभिन्न प्रकार कौन-से हैं? धातु अन्तरण अभिलक्षणों की विवेचना कीजिए। (1997, 2003)

67. मैटल ट्राँसफर गुणों (Metal Transfer) और उनको प्रभावित करने वाले घटकों Parameter की विवेचना कीजिए। (1996)

68. निम्न पर टिप्पणी कीजिए—
(a) आर्क ब्लो (Arc Blow) (b) वीविंग (Weaving)
(c) पैडिंग (Padding) (d) पोलेरिटी (Polarity)

69. मैटल ट्राँसफर के विभिन्न प्रकारों को समझाइये।

70 निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए—
(a) स्पैटरिंग (Spattaring)
(b) क्रैटर्स (Cratters).
(c) स्लैग इन्क्लूजन (Slag Inclusion)
(d) ओवरलैप तथा ओवररॉल (Over-lap and Over-roll)

71. वैल्डिंग में कौन-कौन से दोष आ सकते है? विस्तार से वर्णन कीजिए।

72. वैल्डिंग के अन्त: दोषों के कारणों पर प्रकाश डालिए।

73. निम्न करंट के कारण कौन-कौन से दोष आ सकते है? विस्तार से वर्णन कीजिए तथा सावधानियाँ भी लिखिए।

74. इलैक्ट्रोड़ में नमी होने का वैल्डिंग पर क्या प्रभाव पड़ता है?

75. वैल्ड की जाँच के लिए भिन्न-भिन्न प्रकार की विनाशात्मक विधियों की सूची बनाइये और उनमें से किन्हीं दो विधियों का विस्तार से वर्णन कीजिए। (1996, 97)

76. वैल्ड के अविनाशी परीक्षणों की विधियों की सूची बनाइये। इनमें से किन्हीं दो को समझाइये। (1994, 2003)

77. वैल्ड के परीक्षण के लिए पराश्रव्य (Ultrasonic) तथा एक्स-रे (X-ray) विधि का वर्णन कीजिए। (1998)

78. वैल्ड जोड़ के परीक्षण के लिए अल्ट्रासॉनिक टैस्ट तथा फ्लोरोसेन्ट टैस्ट को समझाये। (1995)

79. पराश्रव्य परीक्षण (Ultrasonic Testing) क्या है? इस विधि से वैल्ड परीक्षण कैसे किया जाता है?

80. वैल्ड परीक्षण विधियों के नाम लिखिए। वैल्ड परीक्षण के लिए किसी एक भंजक विधि का वर्णन कीजिए। (1999)

81. रंग वेधी परीक्षण की विधि पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। (2011)

82. वैल्ड किये गये जोड़ों का परीक्षण किस प्रकार किया जाता है? किसी एक परीक्षण विधि का संक्षेप में वर्णन कीजिए। (2001)

83. वैल्ड के परीक्षण क्यों आवश्यक है? किसी एक अभंजक (Non-Destructive Method) का विस्तार से सचित्र वर्णन कीजिए।

84. अभंजक परीक्षण विधियों की सूची बनाइए तथा पराश्रव्य परीक्षण के सिद्धान्त का वर्णन कीजिए। (2011)

85. MIG वैल्डिंग को आरेख द्वारा समझाइए।

86. MIG वैल्डिंग में प्रयुक्त उपकरण तथा MIG के अनुप्रयोगों को लिखिए।

87. TIG से आप क्या समझते है? विस्तार से समझाइए।

88. लेजर बीम वैल्डिंग की क्रिया विधि समझाइए।

89. इलेक्ट्रो-स्लैग वैल्डिंग से आप क्या समझते हैं?

90. विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग की क्रिया विधि समझाइए।

91. विद्युत प्रतिरोध वैल्डिंग के प्रकार लिखिए।

92. निम्न को समझाइए—
(a) प्रतिरोध बट वैल्डिंग (b) स्पाट वैल्डिंग
(c) सीन वैल्डिंग (d) उच्च आवृत्ति प्रतिरोध वैल्डिंग
(e) प्रक्षेप वैल्डिंग (f) पर्कुजन वैल्डिंग

93. ठोस अवस्था वैल्डिंग तथा इनके प्रकार लिखिए।

94. अंडर वाटर वैल्डिंग से आप क्या समझते है?

95. जर्मिट वैल्डिंग क्या है?

96. जर्मिट वैल्डिंग को वर्गीकृत कीजिए।

97. स्टड वैल्डिंग से आप क्या समझते हैं?

2. सही विकल्प का चुनाव कीजिए–

1. जोड़ के दूसरी ओर के भाग को कहते हैं—
(a) नियर साइड (b) फॅार साइड
(c) दोनों साइड (d) कोई नहीं

2. डबल जे टी ज्वाइन्ट कितनी मोटी प्लेटों में बनाया जाता है—
(a) 10 mm से अधिक (b) 10–15 mm
(c) 15–25 mm (d) 30 mm से अधिक

3. किसी धातु सतह पर अन्य धातु की पर्त चढ़ाने को कहते है—
(a) वीविंग (b) बीडिंग
(c) पैडिंग (d) वैल्ड नोट

4. निम्न जोड़ में कोर-सज्जा नहीं की जाती है—
(a) बट जोड़ (b) टी-जोड़
(c) लैप जोड़ (d) कोर जोड़

5. सबसे अधिक परिष्कृत जोड़ निम्न द्वारा बनते है—
(a) 'V' (b) 'U'
(c) J (d) सभी

6. कोर-सज्जा से वैल्डिंग जोड़ों में निम्न गुण का विकास होता है—
(a) स्पैटरिंग नहीं होती है (b) जोड़ सामर्थ्यवान बनते हैं
(c) जोड़ सुन्दर बनते हैं (d) उपरोक्त सभी

7. सिंगल वी बट जोड़ कितनी मोटी प्लेटो में बनाया जाता है—
(a) 3–6 mm (b) 7–18 mm
(c) 12–35 mm (d) 15–50 mm

8. वीविंग से निम्न लाभ की प्राप्ति होती है—
(a) अच्छा पैनीट्रेशन प्राप्त होता है (b) अच्छी शेप की बीड बनती है।
(c) बीड में पोरोसिटी नहीं आती है (d) उपरोक्त सभी

9. निम्न स्थिति में घुमाव कोण सदैव 90° से अधिक होता है—
(a) फ्लैट स्थिति (b) ढलाव स्थिति
(c) उर्ध्वाधर स्थिति (d) ओवर हैड स्थिति

10. इस जोड़ में जोड़े जाने वाले किनारे आमने-सामने रखे जाते है—
(a) बट जोड़ (b) टी जोड़
(c) लैप जोड़ (d) कॉर्नर जोड़

11. निम्नलिखित जोड़ अन्य जोड़ो की तुलना में अधिक महँगा होता है—
(a) बट जोड़ (b) लैप जोड़
(c) कॉर्नर जोड़ (d) कोर जोड़

12. वैल्ड जोड़ का साइज निम्न के द्वारा व्यक्त होता है—
(a) बीड की लम्बाई (b) बीड की चौड़ाई
(c) बीड की ऊँचाई (d) उपरोक्त सभी

13. ढलाव स्थिति में वैल्डिंग का स्लोप निम्न कोण से कम रहता है—
(a) 30° (b) 45°
(c) 60° (d) 90°

14. सिंगल 'U' बट जोड़ में प्लेटों के मध्य की दूरी का मान होता है—
(a) 1 mm (b) 2 mm
(c) 3 mm (d) 4·5 mm

15. निम्न जोड़ में सिंगल फिलेट होती है—
(a) कॉर्नर जोड़ (b) टी-जोड़
(c) लैप जोड़ (d) कोर जोड़

16. वैल्ड बीड का क्षैतिज से झुकाव कहलाता है—
(a) स्लोप (b) एंगिल ऑफ रोटेशन
(c) (a) व (b) दोनों (d) कोई नही

17. आर्क की लम्बाई इलैक्ट्रॉड के व्यास के .... होनी चाहिये—
(a) दो गुनी (b) तीन गुनी
(c) आधी (d) बराबर

18. काले रंग की होज पाइप को निम्न निशान वाले कैनक्शन से जोड़ते है—
(a) AC (b) OX
(c) OY (d) OD

19. उच्च दाब वैल्डिंग में एसीटिलीन का दाब होता है—
(a) $1{\cdot}00\ kg/cm^2$ (b) $5\ kg/cm^2$
(c) $10\ kg/cm^2$ (d) $15\ kg/cm^2$

20. निम्न का उपयोग गैस कटिंग कार्यों के लिए किया जाता है—
(a) एकल चरण रैग्यूलेटर (b) द्वि-चरण रैग्यूलेटर
(c) a & b (d) इनमें से कोई नहीं

21. एसीटिलीन सिलेण्डर का आयतन होता है
(a) $5\ m^3$ (b) $6\ m^3$
(c) $7\ m^3$ (d) $8\ m^3$

22. 35 नम्बर की टिप से गैस खपत होती है—
(a) $710\ l/h$ (b) $1000\ l/h$
(c) $1300\ l/h$ (d) $1600\ l/h$

23. मध्यम दाब जेनरेटर की गैस उत्पादन क्षमता होती है—
(a) $200\ l/min$ (b) $850 l/min$
(c) $1200 l/min$ (d) $3000 l/min$

24. ऑक्सीजन के लिए प्रयुक्त हौज पाइप रंग होता है—
(a) हरा (b) लाल
(c) नीला (d) पीला

25. एसीटिलीन मैनीफोल्ड में कितने m^3 गैस प्रयोग की जा सकती है—
(a) 50 (b) 100
(c) 150 (d) 160

26. द्वि चरण रैग्यूलेटर की निम्न स्टेज स्वचलित होती है—
(a) प्रथम (b) द्वितीय
(c) a & b (d) इनमें से कोई नहीं

27. एसीटिलीन गैस सिलेण्डर में लगे गलन प्लग का गलन तापक्रम होता है —
(a) 80°C (b) 104°C
(c) 154°C (d) 184°C

28. फ्लेम के निम्न भाग का रंग सफेद होता है—
(a) अन्त: कोन (b) मध्य भाग
(c) बाहरी भाग (d) इनमें से कोई नहीं

29. बैक फायर का कारण है—
(a) गैस का प्रैशर कम होना (b) गैस का प्रैशर अधिक होना
(c) हौजपाइप में पानी आना (d) उपरोक्त सभी

30. 15 mm मोटी प्लेट को फॉरहैण्ड वैल्डिंग तकनीक से वैल्ड करते समय कटिंग टॉर्च का झुकाव होता है—
(a) 40° (b) 50°
(c) 70° (d) 80°

31. ज्वाला के अत: कोण के सबसे अगले भाग का तापक्रम होता है—
(a) 2760°C (b) 2000°C
(c) 3480°C (d) 2090°C

32. निम्न फ्लेम वैल्ड मैटल का ऑक्सीडाइज होने से सुरक्षा प्रदान करती है—
(a) न्यूट्रल फ्लेम (b) कार्बुराइजिंग फ्लेम
(c) एसीटिलीन फ्लेम (d) रिडयूसिंग फ्लेम

33. निम्न वैल्डिंग में फिलर रॉड अधिक खर्च होती है—
(a) लैफ्टवर्ड वैल्डिंग (b) राइटवर्ड वैल्डिंग
(c) a & b (d) इनमें से कोई नहीं

34. इस फ्लेम का उपयोग स्टील के लिए नहीं करते है—
(a) कार्बूराइजिंग (b) रिड्यूसिंग
(c) ऑक्सीडाइजिंग (d) न्यूट्रल फ्लेम

35. ऊर्ध्वाधर वैल्डिंग में फिलर रॉड का कोन होता है—
(a) 30° (b) 60°
(c) 75° (d) 90°

36. कार्बूराइजिंग फ्लेम का तापक्रम होता है—
(a) 3260°C (b) 3038°C
(c) 3480°C (d) 3120°C

37. फ्लेम बनाने के लिए सर्वप्रथम टॉर्च का निम्न भाग खोला जाता है—
(a) ऑक्सीजन वाल्व (b) एसीटिलीन वाल्व
(c) दोनों वाल्व एक साथ (d) कोई भी एक वाल्व

38. अण्डर वॉटर गैस वैल्डिंग के लिए निम्न फ्लेम का प्रयोग करते है—
(a) ऑक्सी-एसीटिलीन (b) ऑक्सी-कौल गैस
(c) ऑक्सी-हाइड्रोजन (d) ऑक्सी-प्रोपेन

39. वैल्डिंग टॉर्च का नॉजल बॉडी से निम्न कोण पर मुड़ा होता है—
(a) 60° (b) 90°
(c) 120° (d) 150°

40. फिलर रॉड को निम्न कोण पर मोड़कर प्रयोग करना चाहिए—
(a) 30° (b) 60°
(c) 90° (d) 120°

41. निम्न फ्लेम के उपयोग से वैल्डपूल गंदा व धुँआदार बनता है—
(a) न्यूट्रल फ्लेम (b) कार्बूराइजिंग
(c) ऑक्सीडाइजिंग (d) सभी

42. ब्लॉक वैल्डिंग में रनों की संख्या होती है—
(a) 2 (b) 3
(c) 4 (d) 5

43. निम्न वैल्डिंग में बीड को बायें सिरे से शुरू किया जाता है—
(a) फॉरहैण्ड वैल्डिंग (b) राइटवर्ड वैल्डिंग
(c) ओवरहैड वैल्डिंग (d) ऊर्ध्वाधर वैल्डिंग

44. वैल्डिंग टॉर्च को निम्न के द्वारा जलाया जाता है—
(a) माचिस (b) सुलगती हुई रस्सी
(c) स्पार्क लाइटर (d) कागज का टुकड़ा

45. सर्कुलर कटिंग के लिए प्रयुक्त गैस कटिंग नॉजल में छिद्रों की संख्या होती है—
(a) 2 (b) 4
(c) 6 (d) 8

46. AWS-वैल्डिंग कोड में निम्न हाइड्रोजन लाइम सोडियम के लिये निम्न अंक का उपयोग होता है—
(a) 3 (b) 5
(c) 7 (d) 9

47. निम्न एक अयोजनीय इलैक्ट्रोड है—
(a) एलीय इलैक्ट्रोड (b) कार्बन इलैक्ट्रोड
(c) डाई कार्बन इलैक्ट्रोड (d) उपरोक्त सभी

48. वैल्डिंग करन्ट का चुनाव निम्न कारक पर निर्भर करता है—
(a) कोर वायर की धातु पर (b) इलैक्ट्रोड के साइज पर
(c) जोड़ के प्रकार पर (d) उपरोक्त सभी

49. 4 mm व्यास की इलैक्ट्रोड द्वारा प्राप्त सतह की हार्डनेस होती है—
(a) 13 Amp. (b) 185 Amp.
(c) 250 Amp. (d) 315 Amp.

50. फ्लक्स कोटिंग का उद्देश्य है—
(a) वैल्ड धातु को रिफाइन करना (b) स्पैटरिंग कम करना
(c) वैल्ड धातु को डी-ऑक्सीडाइज करना (d) उपरोक्त सभी

51. IS-815-1914 में निम्न अंक प्रतिशत वृद्धि को प्रदर्शित करता है—
(a) द्वितीय (b) तृतीय
(c) चतुर्थ (d) पंचम

52. करंट का अनुमान लगाने के लिये निम्न सूत्र का प्रयोग करते हैं—
(a) (20 D – 25) Amp. (b) (30 D – 20)Amp.
(c) (40 D – 25) Amp. (d) (50 D – 30) Amp.

53. डस्ट कोटेड इलैक्ट्रोड का कोटिंग फैक्टर होता है—
(a) 1.25 – 1.3 (b) 1.3 – 1.5
(c) 1.5 – 2.2 (d) 2.2 – 2.5

54. ERR 4326 H_3KX में RR निम्न को प्रदर्शित करता है—
(a) टाइप ऑफ कोटेड फ्लक्स (b) एलोंगेशन ऑफ इम्पैक्ट
(c) रिकवरी ऑफ वैल्ड मैटल (d) हाइड्रोजन कन्ट्रोल

55. इलेक्ट्रोड के बिना कोटेड भाग की लम्बाई होती है—
(a) 10–20 mm (b) 20–30 mm
(c) 30–40 mm (d) 60–70 mm

56. निम्न पदार्थ स्लैग फॉर्मर का कार्य करता है—
(a) पोटाश (b) फैरो-टिटेनियम
(c) वोलास्टोनाइट (d) उपरोक्त सभी

57. कम्पोजिट सर्फेसिंग इलैक्ट्रोड द्वारा प्राप्त सतह की कठोता होती है—
(a) 100 H.B. (b) 200 H.B.
(c) 250 H.B. (d) 350 H.B.

58. किस इलैक्ट्रोड को निम्न हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड भी कहते हैं—
(a) सैलूलोसिक इलैक्ट्रोड (b) रुटाइल इलैक्ट्रोड
(c) आयरन ऑक्साइड इलैक्ट्रोड (d) बेसिक इलैक्ट्रोड

59. फैल्सपार निम्न कार्य करता है—
(a) स्लैग फॉर्मर का
(b) आर्क को स्थिर करने का
(c) बाइंडिंग एजेण्ट का
(d) (a) व (b) दोनों

60. 8 mm व्यास की इलैक्ट्रोड की मानक लम्बाई होती है—
(a) 200 mm
(b) 250 mm
(c) 300 mm
(d) 350 mm

61. आयरन ऑक्साइड इलैक्ट्रोड को निम्न वैल्डिंग में प्रयोग करते हैं—
(a) ओवर हैड वैल्डिंग
(b) वर्टिकल वैल्डिंग
(c) फ्लैट वैल्डिंग
(d) उपरोक्त सभी

62. इलैक्ट्रोड का साइज निम्न के द्वारा व्यक्त होता है—
(a) कोर वायर के द्वारा
(b) इलैक्ट्रोड की कोटेड लम्बाई द्वारा
(c) इलैक्ट्रोड के बिना कोटेड भाग की लम्बाई द्वारा
(d) उपरोक्त सभी

63. निम्न लघु आर्क का गुण नहीं है—
(a) न्यूनतम छिद्रता
(b) अच्छा पैनीट्रेशन
(c) न्यूनतम स्पैटरिंग
(d) भंगुर जोड़

64. दीर्घ आर्क में होती है—
(a) अधिक वोल्टता
(b) कम वोल्टता
(c) अधिक करन्ट
(d) (b) व (c) दोनों

65. आर्क ब्लो को निष्प्रभावी करने के लिये अर्थ-क्लैम्प को वैल्डिंग करने के स्थान से—
(a) पास लगाना चाहिये
(b) दूर लगाना चाहिये
(c) अर्थ नहीं देना चाहिये
(d) इनमें से कोई नहीं

66. वैल्डिंग जोड़ का सामर्थ्य निम्न कारक पर निर्भर करती है—
(a) रिइन्फोर्समेन्ट क्षेत्र
(b) वैल्ड बीड की चौड़ाई
(c) बीड की गहराई
(d) उपरोक्त सभी

67. इस प्रकार के ट्रॉसफर में द्रवित धातु की बूँद का व्यास इलैक्ट्रोड के व्यास का तीन गुना होता है—
(a) जैट टाइप ट्राँसफर
(b) स्प्रे टाइप ट्राँसफर
(c) सब्थ्रैशोल्ड टाइप ट्राँसफर
(d) ग्लोब्यूलर टाइप ट्राँसफर

68. आर्क की लम्बाई घटने से—
(a) वोल्टेज घटती है
(b) वोल्टेज बढ़ती है
(c) वोल्टेज स्थिर रहती है
(d) वोल्टेज का मान तुरन्त शून्य हो जाता है

69. TIG वैल्डिंग में निम्न विधि से आर्क उत्पन्न करते हैं—
(a) इस्पात द्वारा
(b) उच्च वोल्ट डिस्चॉर्ज द्वारा
(c) उच्च आवृत्ति द्वारा
(d) कोई नहीं

70. प्लाज्मा आर्क वैल्डिंग में प्रयुक्त आर्क होती है—
(a) स्थिर आर्क
(b) अस्थिर आर्क
(c) दोनों प्रकार की
(d) इनमें से कोई नहीं

71. इस ध्रुवता में इलैक्ट्रोड ज्यादा पिघलता है—
(a) सरल ध्रुवता
(b) विपरीत ध्रुवता
(c) आर्क
(d) इनमें से कोई नहीं

72. विद्युत आर्क उत्पन्न होता है—
(a) कम वोल्टेज पर
(b) उच्च वोल्टेज पर
(c) कम करन्ट पर
(d) (b) व (c) दोनों

73. चल आर्क की ऊष्मीय दक्षता होती है—
(a) 20%–35%
(b) 45%–60%
(c) 75%–90%
(d) 100%

74. किसी भी धातु की सतह पर किसी धातु की पर्त बिछाने को कहते है—
(a) वीविंग
(b) पैडिंग
(c) बीडिंग
(d) आर्क ब्लो

75. निम्न वैल्डिंग दोष एक आन्तरिक दोष है—
(a) स्पैटर्स
(b) क्रैक
(c) लेक ऑफ फ्यूजन
(d) उपरोक्त सभी

76. जोड़ में भंगुरता आने का कारण—
(a) वैल्डिंग रॉड में हाइड्रोजन अधिक होना
(b) प्री-हीटिंग न होने के कारण
(c) तेजी से ठण्डा होने के कारण
(d) उपरोक्त सभी

77 वैल्डिंग रॉड की तीव्र गति से निम्न दोष उत्पन्न नहीं होता है—
(a) ऊँची-नीची बीड
(b) स्लैग इन्क्लूजन
(c) दरारें
(d) अंडर कट

78. बीड में क्रैक होने का कारण नहीं है—
(a) इलैक्ट्रोड में हाइड्रोजन अधिक होना
(b) जोड़ को धीमी गति से ठण्डा करना
(c) बीड का बहुत पतला होना
(d) फ्यूजन की कमी होना

79. दीर्घ आर्क से निम्न दोष होता है—
(a) भंगुरता
(b) न्यूनतम पैनीट्रेशन
(c) स्लैग इन्क्लूजन
(d) उपरोक्त सभी

80. फिलर मैटल व बेस मैटल के आपस में फ्यूज न होने के कारण दोष उत्पन्न होता है—
(a) लेक ऑफ फ्यूजन
(b) ओवर लैप
(c) अपूर्ण भराव
(d) क्रैटर्स

81. यह दोष अधिक वैल्डिंग करन्ट के कारण होता है—
(a) ओवरलैप
(b) स्पैटरिंग
(c) क्रैटर्स
(d) उपरोक्त सभी

82. निम्न दोष गीली इलैक्ट्रोड के कारण नहीं होता है—
(a) अण्डर कंट
(b) स्पैटरिंग
(c) ब्लोहोल्स
(d) सतही संरन्ध्रता

83. निम्न दोष आर्क ब्लो के कारण होता है—
(a) स्पैटरिंग (b) सन्ध्रता
(c) स्लैग इन्क्लूजन (d) उपरोक्त सभी

84. निम्न में से किस परीक्षण में वैल्ड जोड़ की चिप्स का विश्लेषण करते है—
(a) सूक्ष्मदर्शी परीक्षण (b) स्थूलदर्शी परीक्षण
(c) रासायनिक परीक्षण (d) संक्षारण परीक्षण

85. निम्न परीक्षण में नमूना नष्ट होता है—
(a) लीक परीक्षण (b) निक टैस्ट
(c) ड्राई पैनीट्रेशन परीक्षण (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

86. रासायनिक विश्लेषण में प्रयुक्त नमूने का साइज होता है—
(a) 60 × 1250 (b) 70 × 1368
(c) 50 × 1150 (d) 75 × 1018

87. बीड के किस दोष को नग्न आँखों से नहीं देखा जा सकता—
(a) क्रेटर (b) स्पैटर
(c) गैस पॉकेट (d) उपरोक्त में से कोई नहीं

88. निम्न परीक्षण से वैल्ड नमूने की टफनैस निर्धारित करते है—
(a) तन्यता परीक्षण (b) नम्यता परीक्षण
(c) आघात परीक्षण (d) फटीग परीक्षण

89. स्थूलदर्शी परीक्षण में प्रयुक्त स्थूलदर्शी का आवर्धन होता है—
(a) 15–20 गुना (b) 20–25 गुना
(c) 100–120 गुना (d) 200–250 गुना

90. टरबाइन ब्लेड़ों में सतह क्रैक ज्ञात करने के लिये निम्न परीक्षण का प्रयोग होता है—
(a) चुम्बकीय कण परीक्षण (b) पराश्रव्य परीक्षण
(c) रेडियोग्राफिक परीक्षण (d) ड्राई पैनीट्रेशन परीक्षण

91. वैल्ड जोड़ की अधिकतम तन्य सामर्थ्य का सूत्र होता है—
(a) $\frac{\text{पराभव बिन्दु पर लोड}}{\text{वास्तविक क्षेत्रफल}}$ (b) $\frac{\text{अधिकतम बल}}{\text{वास्तविक क्षेत्रफल}}$
(c) $\frac{\text{समानुपाती सीमा पर बल}}{\text{वास्तविक क्षेत्रफल}}$ (d) $\frac{\text{भंजक बिन्दु पर बल}}{\text{प्रारम्भिक क्षेत्रफल}}$

92. निम्न परीक्षण का प्रयोग मोटे अनुप्रस्थ काट के नमूनों के लिये होता है—
(a) अनुप्रस्थ नमन परीक्षण (b) अनुदैर्ध्य नमन परीक्षण
(c) पार्श्व नमन परीक्षण (d) उपरोक्त सभी

93. एक्स किरणों की तरंग-दैर्ध्य फिलामेन्ट में दिये गये विभव के—
(a) समानुपाती होती है (b) व्युत्क्रमानुपाती होती है
(c) निर्भर नहीं करती है (c) इनमें से कोई नहीं

94. CRO का अर्थ है—
(a) कैथोड-रे ओस्लोस्कोप (b) कैथोड-रेडिएशन ओस्लोस्कोप
(c) कार्बाइड-रे ओस्लोस्कोप (d) क्रेसियम-134 रेडिएशन ओस्लोस्कोप

95. विकर्स हाईनैस परीक्षण में प्रयुक्त वर्गाकार पिरामिड इन्डेन्टर का कोण होता है?
(a) 136° (b) 120°
(c) 140° (d) 132°

96. गामा किरणों का उत्पादन स्रोत नहीं है—
(a) कोबाल्ट-60 (b) इरीडियम-192
(c) टंगस्टन (d) रेडियम

97. पराश्रव्य परीक्षण में पराश्रव्य किरणें दोष के कारण उत्पन्न विरल माध्यम से—
(a) वापस आ जाती है (b) होती हुई पार निकल जाती है।
(c) अवशोषित हो जाती है। (d) इनमें से कोई नहीं।

❑

Chapter 2

पैटर्न निर्माण (Pattern Making)

2.1 प्रतिरूप रचना (Pattern Making)

साधारण शब्दों में प्रतिरूप या पैटर्न एक वांछित फर्मा होता है जो किसी वस्तु की वास्तविक प्रतिकृति के समान होता है जिसके द्वारा रेत या संचकन पदार्थों की सहायता से साँचे का (mould) निर्माण किया जाता है। पिघली धातु को इसमें उड़ेलने के पश्चात् ठण्डा होने पर फर्मे की आकृति प्राप्त हो जाती है। प्रतिरूप रचना के दौरान निम्न बातों का विशेष ध्यान रखा जाना चाहिये—

(i) निर्मित किये जाने वाले ढलव (casting) की धातु।
(ii) फर्मों द्वारा निर्मित किये जाने वाले ढलवों की संख्या।
(iii) साँचों की निर्माण विधि या प्रक्रम।
(iv) संकुचन, मशीनता इत्यादि हेतु छूटों (Allowances) का प्रावधान रखना।

(i) प्रतिरूपों के कार्य (Functions of Patterns) : प्रतिरूपों का साँचों (moulds) के निर्माण में विशेष स्थान है। इनके विभिन्न कार्यों का वर्गीकरण नीचे किया गया है—

(1) ढलाईशाला कार्यों में साँचों के निर्माण हेतु प्रतिरूपों का प्रयोग किया जाता है।
(2) कोर प्रिन्टों (Core Prints) को खोखली ढलाइयों के निर्माण में।
(3) पैटर्न से रनर, गेट एवं राइजर का निर्माण भी किया जा सकता है। इनका उपयोग पिघली धातुओं को उड़ेलने में किया जाता है।
(4) पैटर्न की सहायता से पार्टिंग सतहों एवं पार्टिंग रेखा साँचों पर निर्मित की जा सकती है।
(5) पैटर्न की सहायता से कोरों को साँचों में उचित स्थान पर स्थापित किया जा सकता है।
(6) उचित पैटर्न का प्रयोग कर लागत कम कर सकते हैं।
(7) उचित पैटर्न की सहायता से दोषरहित ढलाइयां प्राप्त होती हैं।

(ii) प्रतिरूप पदार्थों का चयन (Selection of Pattern Materials) : प्रतिरूपों हेतु पदार्थों का चयन निम्नलिखित तथ्यों पर निर्भर करता है—

(1) उत्पादित की जाने वाली ढलाईयों की संख्या 1 अधिक मात्रा हेतु धातु निर्मित ढलाईयों का प्रयोग करते हैं।
(2) ढलाईयों में वांछित परिशुद्धता एवं सतह परिष्करण की मात्रा।
(3) साँचों के निर्माण हेतु उपयुक्त विधियों का चयन।
(4) साँचों के निर्माण प्रक्रमों का चयन।
(5) ढलाइयों के आकार, जटिलता एवं उनका साइज।
(6) साँचों के निर्माण हेतु प्रयुक्त पदार्थों अथवा रेतों का सही चयन।
(7) ढलाइयों में बदलाव की संभावना रखना।

(iii) प्रतिरूप पदार्थों के मुख्य लक्षण (Important Characteristics of Pattern Materials) : अच्छे प्रतिरूप पदार्थों में निम्नलिखित प्रमुख लक्षण होने चाहियें—

(1) हल्के भार एवं अच्छी क्रियाशीलता होनी चाहिये।
(2) कठोर, सामर्थ्यवान, अधिक समय तक चलने वाला होना चाहिये।
(3) टूट-फूट रोधक होना चाहिये।

(4) अपघर्षण रोधक होना चाहिये।
(5) संक्षारण रोधक होना चाहिये।
(6) रासायनिक प्रतिक्रिया रोधक होना चाहिये।
(7) लागत कम होनी चाहिये।
(8) मापों में स्थायित्व होनी चाहिये।
(9) सतह-परिष्कृत करने योग्य होनी चाहिये।
(10) तापमान परिवर्तन एवं आर्द्रता (Humidity) से प्रभावित नहीं होना चाहिये।
(11) मरम्मत आसान होनी चाहिये।

(iv) विभिन्न प्रतिरूप पदार्थ (Various Pattern materials) : प्रतिरूप निर्माण हेतु जिन प्रमुख पदार्थों का प्रयोग किया जाता है वह है—लकड़ी, धात्विक पदार्थ, प्लास्टर, मोम, प्लास्टिक इत्यादि। सभी के अपने-अपने गुण, सीमायें एवं अनुप्रयोग हैं।

(v) प्रतिरूप रचना हेतु लकड़ी का चयन (Selection of Wood for Pattern Constructions) : लकड़ी के चयन में जिन बातों को ध्यान में रखना चाहिये वे निम्नलिखित हैं :

(1) लकड़ी में ऐंठन नहीं होनी चाहिये।
(2) लकड़ी सामर्थ्यवान होनी चाहिये।
(3) लकड़ी मजबूत व कठोर होनी चाहिये।
(4) लकड़ी हल्की, संशोषित एवं सूखी होनी चाहिये।
(5) लकड़ी गाँठ रहित होनी चाहिये।
(6) लकड़ियों के रेशे सीधे होने चाहियें।
(7) लकड़ी दीमक रोधी होनी चाहिये।
(8) लकड़ी की क्रियाशीलता अधिक होनी चाहिये।
(9) लकड़ी में संकुचन एवं फूलने की प्रवृत्ति नहीं होनी चाहिये।
(10) लकड़ी की सतह परिष्कृत होनी चाहिये।

(vi) काष्ठ-प्रतिरूप रचना में प्रयुक्त होने वाले औजार (Tools Used for Making Wooden Patterns) : काष्ट प्रतिरूपण में निम्नलिखित हस्त औजारों का प्रयोग किया जाता है—

(1) मापन एवं चिन्हन औजार (Measuring and marking tools) : साधारण पैमाना, संकुचन पैमाना (contraction Rule), बेवल वर्ग (Bevel Square), डिवाइडर (Divider), कैलीपर (Calliper), वर्नीयर कैलीपर (Vernier Calliper), गुनिया (Try square), संयुक्त समुच्चय (Combination Set), चिन्हन चाकू (Marking knife), स्क्राइबर या खरोंचक (Scriber), चिन्हन गेज (Marking Gauge), ट्रेमल (Trammel) इत्यादि यंत्रों का प्रयोग मार्किंग एवं मापन के लिये किया जाता है।

(2) समतलन औजार (Planning Tools)—इस कार्य हेतु वुडन जैक प्लेन (Wooden Jack Plane), आयरन जैक प्लेन (Iron Jack Plane), समकारी रन्दा (Smoothing Plane), ब्लॉक रन्दा (Block Plane), पताम रन्दा (Rebate Plane), राउटर (Router) इत्यादि औजारों को प्रयोग होता है।

(3) कर्तन औजार (Sawing Tools) : दस्त आरी (Hand Saw), रिप आरी (Rip Saw), टेनन आरी (Tenon Saw), डवेटल आरी (Dove tail Saw), धनु आरी (Bow Saw), वक्र कर्तन आरी या कम्पास आरी (Compass Saw), चाबी छिद्र आरी (Keyhole Saw) इत्यादि औजारों का प्रयोग कटान हेतु किया जाता है।

(4) रूखानिया या चीजल्स (Chisels) : रेती या चीजल्स का प्रयोग फिनिशिंग हेतु किया जाता है। प्राय: हम फर्मर चीजल (Firmer Chisel), छटाई या पैयरिंग चीजल (Paring Chisel), मोर्टाइस चीजल (Mortise Chisel), डवटेल चीजल्स (Dove tail Chisels), गोलरूखानी (Gauge) इत्यादि का प्रयोग करते हैं।

(5) बंधन एवं आलम्बन औजार (Holding and Supporting Tools) : बैंच वाइस या कारपेंटर वाइस (Bench wise or Carpenterywise), छड़ शिकंजा (Barclamp), 'C' शिकंजा (C-Clamp), दस्ती पेंच (Hand Screw) इत्यादि का प्रयोग बांधने एवं आलंबन के कार्य में किया जाता है।

(6) छिद्रण एवं बेधन औजार (Drilling and Boring Tools) : नये छेदों के निर्माण प्रक्रम को छिद्रण या ड्रिलिंग कहा जाता है एवं पूर्व में किये गये छिद्र को बड़ा करने की प्रक्रिया को बोरिंग कहा जाता है। इस कार्य हेतु जिन औजारों का प्रयोग किया जाता है वह निम्नलिखित हैं : सुम्बा (Bradawl), बरमी या गिमलेट (Gimlet), ऑगर (Auger), बरमी ऑगर अनी (Auger Bit), केन्द्र अनी (Centre Bit), शंकुखनन अनी (Counter Sink Bit), प्रसार अनी (Expansion Bit), मरोड़ अनी (Twist Bit), मरोड़ी बरमा (Twist Drill) इत्यादि।

(7) विविध औजार (Miscellaneous Tools) : काष्ठ प्रतिरूपन में उपरोक्त औजारों के अतिरिक्त रेती या फाइल (Files) मैलट (Mallet) एवं तेल पत्थर (Oil Stone) इत्यादि औजारों का भी प्रयोग किया जाता है।

(8) विशेष औजार (Special Tools) : प्रतिरूप रचना प्रक्रम में निम्न विशेष यंत्रों का भी प्रयोग किया जाता है : जैसे—पैट्रन मेकर, संकुचन पैमाना (Pattern Makers Contraction Rule), कोर बाक्स समतलक (Core Box Planner), पैटर्नमेकर आरी (Pattern Maker Saw), प्रतिरूप फिलेट-लौहा (Pattern Fillet Iron) इत्यादि।

2.2 लकड़ी (Wood)

लकड़ी द्वारा अच्छे, सर्वपयोगी सस्ते, हल्के एवं आसान प्रतिरूप बनाये जा सकते हैं। लकड़ी पर विभिन्न मशीनिंग प्रक्रम आसानी से पूर्ण किये जा सकते हैं। प्रतिरूप रचना हेतु लकड़ी का उपयोग तभी करना चाहिये जब साँचों का निर्माण कम मात्रा में करना हो।

(i) लाभ : लकड़ी द्वारा निर्मित प्रक्रमों के निम्न लाभ हैं—

(i) लकड़ी सस्ती होती है।
(ii) लकड़ी की उपलब्धता आसान है।
(iii) लकड़ी को विभिन्न आकारों में मशीन किया जा सकता है।
(iv) लकड़ी का भार कम होता है।
(v) लकड़ी पर साफ, सुथरी, चिकनी सतह प्राप्त की जा सकती है।
(vi) इनसे निर्मित प्रतिरूपों का रख-रखाव सरल होता है।
(vii) लकड़ी द्वारा निर्मित प्रतिरूपों को अधिक समय तक परिरक्षित (Preservatives) रखा जा सकता है।
(viii)लकड़ी द्वारा जटिल व बड़ी आकृति का प्रतिरूप भी सरलतापूर्वक बनाया जा सकता है।

(ii) सीमायें (Limitations) :

(i) लकड़ी निर्मित प्रतिरूपों में सिकुडने एवं फूलने की प्रवृत्ती होती है।
(ii) इनकी टूट-फूट रोधन क्षमता कम होती है।
(iii) इनकी रफ हैन्डलिंग नहीं की जा सकती।
(iv) यह पैटर्न कमजोर होते हैं।
(v) रेतों का प्रयोग करने पर इनका घिसाव भी अधिक होता है।
(vi) इनमें नमी आसानी से शोषित हो जाती है। जिस कारण प्रतिरूपों के साइज एवं आकार में कुछ परिवर्तन आ जाते हैं।

(iii) अनुप्रयोग (Applications) : लकड़ी का उपयोग तब किया जाता है जब तैयार की जाने वाली ढलाइयों की संख्या कम हो एवं उनका आकार तथा आकृति बड़ी हो।

प्रतिरूप रचना हेतु प्रयुक्त की जाने वाली लकड़ियाँ (Woods Used for pattern making) : प्रतिरूप रचना हेतु निम्नलिखित प्रकार की लकड़ियों का प्रयोग किया जाता है—

(i) मोहगनी (Mahogany) : मोहगनी लकड़ी का प्रयोग प्रतिरूप रचना में होता है। मोहगनी लकड़ी ना तो संशोषन के पश्चात् फूलती है, ना सिकुड़ती और ना ही ऐंठती है। यह लकड़ी कठोर, सामर्थ्यवान, मजबूत व दीर्घायु वाली होती है। इसकी सतह की फिनिशिंग आसानी व सरलतापूर्वक कर सकते हैं।

(ii) पाइन (Pine) : पाइन लकड़ी का प्रयोग भी प्रतिरूपों के निर्माण में किया जाता है। पाइन अपेक्षाकृत कमजोर लकड़ी है। परन्तु इसका भार कम होता है, कार्य करने में आसान, एवं उच्च गुणवत्ता की फिनिशिंग भी की जा सकती है। इस लकड़ी का प्रयोग कम संख्या में छोटे साइज की ढलाईयाँ बनाने में किया जाता है।

(iii) देवदार (Devdar) : देवदार लकड़ी मृदु परन्तु पाइन से अपेक्षाकृत कठोर होती है। इस लकड़ी पर कार्य करना मशीनिंग करना एवं पॉलिश भी आसान होती है।

(iv) सागौन (Teack) : सागौन का सबसे उपयुक्त गुण यह है कि उस पर दीमक नहीं लगती है। यह लकड़ी भी कठोर एवं सामर्थ्यवान होती है।

(v) विविध लकड़ियाँ (Miscellaneous Woods) : मोहगनी, पाइन देवदार एवं सागौन की लकड़ियों के अतिरिक्त लकड़ियों के कुछ उत्पाद भी प्रतिरूप रचना के काम आते हैं जैसे कि प्लाईवुड (Plywood), बैटन बोर्ड (Batten Board), लैमिनेट बोर्ड (Laminate Boards) इत्यादि हैं।

(2) प्लास्टर (Plaster) : प्रतिरूप रचना हेतु प्लास्टर ऑफ पेरिस (POP) का भी प्रयोग किया जाता है। प्लास्टर में जिप्सम मूल रूप से होता है। जिप्सम में जल मिलाकर एक मिश्रण तैयार किया जाता है, जो कुछ समय पश्चात् एक कठोर एवं सुदृढ़ आकृति का रूप ले लेता है। जिप्सम प्लास्टर द्वारा प्रतिरूप बनाने हेतु इस घोल (Slurry) को पूर्व निर्धारित साँचों में ढाला जाता है। इनके द्वारा निर्मित प्रतिरूप की संपीड़ित सामर्थ्य उच्च होती है। इस प्रकार के प्रतिरूपों की मुख्य विशेषता यह है कि वह जमने के पश्चात् प्रसारित (Expand) हो जाते हैं। प्रतिरूप रचना हेतु उपयुक्त प्रसार गुणांक वाले प्लास्टरों का प्रयोग कर भविष्य में होने वाली संकुचन (Shrinkage) की घटना को स्वत: ही रोका जा सकता है।

(3) मोम (Wax) : मोम द्वारा निर्मित प्रतिरूप सस्ते होते हैं। मोम द्वारा निर्मित प्रतिरूप प्राय: दो भागों में बनाये जाते हैं। मोम द्वारा निर्मित प्रतिरूपों या पैटर्नों की सतह प्राय: चिकनी व साफ होती है। साँचे (Mould) को जल की सहायता से ठण्डा किया जाता है। साँचों को तैयार करने के बाद मोम पैटर्नों या प्रतिरूपों को पिघलाकर अलग कर देते हैं, जिससे कि वांछित आकार के साँचे एवं परिष्कृत गुहिका या कैविटी (Cavity) प्राप्त हो जाती है। इस प्रकार के प्रतिरूपों का प्रयोग प्राय: इन्वैस्टमेंट कास्टिंग प्रक्रमों में अधिक होता है।

(4) प्लास्टिक पदार्थ (Plastic Materials) : प्लास्टिकों द्वारा निर्मित प्रतिरूप में कुछ महत्वपूर्ण गुण जैसे कम भार, नमी रोधन, संक्षारण रोधन, अपघर्षण रोधन, चिकने, परिष्कृति इत्यादि हैं। ये प्राय: सस्ते होते हैं। प्लास्टिक प्रतिरूप दो प्रकार के प्लास्टिक पदार्थों एक थर्मो सैटिंग (Thermosetting), दूसरे थर्मो प्लास्टिक को पिघलाकर साँचों में डालकर तैयार किये जाते हैं।

(5) धात्विक पदार्थ (Metallic Materials) : इन पदार्थों का उपयोग अधिक संख्या में ढलाईयों के निर्माण हेतु किया जाता है। इन प्रतिरूपों का प्रयोग बहुत बार तथा निरन्तर लम्बे समय तक किया जा सकता है। प्रमुख धात्विक पदार्थ जिनका प्रयोग प्रतिरूप रचना हेतु किया जाता है वह निम्नलिखित हैं—

(i) ढलवाँ लौहा (Cast Iron) : यह वह धात्विक पदार्थ है जिसका उपयोग प्रतिरूप रचना में सर्वाधिक किया जाता है। इनके महत्वपूर्ण गुण जैसे अपघर्षण प्रतिरोधी, सामर्थ्यवान व उच्च मशीनिंग है। इनमें कुछ कमियाँ भी हैं जैसे भारी एवं भंगुरता इत्यादि। इसका उपयोग छोटे आकार वाले प्रतिरूपों में अधिक किया जाता है।

(ii) एल्युमीनियम एवं उसके एलॉय (Alluminium and its alloys) : इस धातु पदार्थ का उपयोग प्रतिरूप रचना में सर्वाधिक किया जाता है। ये प्राय: हल्के, सस्ते, उच्च मशीनन वाले, मृदु, संक्षारण रोधी, निम्न गलनाँक वाले होते हैं। इनको सरलतापूर्वक किसी भी आकार में ढाला जा सकता है।

(iii) ताँबा आधारित एलॉय (Copper Based Alloys) : ताँबा आधारित एलॉय का प्रयोग भी प्रतिरूप रचना हेतु किया जाता है। प्राय: ब्रॉस एवं ब्रॉन्ज का प्रयोग अधिक किया जाता है। ये प्रतिरूप भारी तथा मूल्यवान होते हैं परन्तु ये अधिक मजबूत, संक्षारण रोधी, अपघर्षण रोधी, उपयुक्त मशीनिंग योग्य होते हैं।

धात्विक प्रतिरूपों के लाभ (Advantages of Metallic Patterns) :

(i) इनका जीवनकाल अपेक्षाकृत ज्यादा होता है।
(ii) इनमें ऐंठन, सिकुड़न, इत्यादि नहीं होते हैं।
(iii) इनमें नमी का शोषण भी नहीं होता है।
(iv) ये प्रतिरूप अपेक्षाकृत अधिक मजबूत व सामर्थ्यवान होते हैं।
(v) इनकी हेन्डलिंग आसानी से की जा सकती है।
(vi) ये विभिन्न वायुमण्डलीय अवस्थाओं में एक समान रहते हैं।
(vii) ये टूट-फूट रोधी होते हैं।
(viii) इनके द्वारा प्राप्त ढलाओं की सतह साफ व परिष्कृत प्राप्त होती है।
(ix) ये अपघर्षण प्रतिरोधी होते हैं।
(x) ये फूलते भी नहीं हैं।

धात्विक प्रतिरूपों की उपयोग सीमायें (Limitations of Metallic Patterns) :

(i) ये प्राय: महँगे होते हैं।
(ii) लौह धातु निर्मित प्रतिरूपों का भार अधिक होता है।
(iii) इनकी मशीनिंग अपेक्षाकृत कठिन होती है।
(iv) मरम्मत करना कठिन है।
(v) लौह धातु निर्मित प्रतिरूपों पर जंग भी लग सकती है।

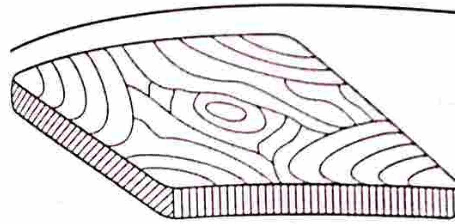
धात्विक प्रतिरूपों के अनुप्रयोग (Applications of Metallic Patterns) :

इनका उपयोग प्राय: अधिक मात्रा में एक समान ढलाईयों के लिये किया जाता है—

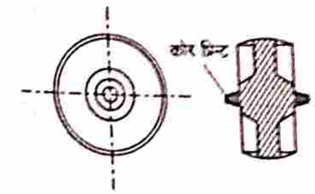
2.3 विभिन्न प्रकार के प्रतिरूप (Types of Patterns)

ढलाईशाला कार्य (Foundry Practice) में ढलाई हेतु विभिन्न प्रकार के प्रतिरूपों का प्रयोग किया जाता है जिनका विस्तारपूर्वक सचित्र वर्णन नीचे दिया गया है—

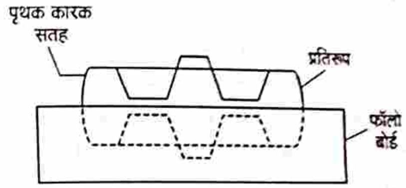
(i) ठोस अथवा सिंगल प्रतिरूप (Solid or Single Pattern) : यह प्रतिरूप एक ही खण्ड में निर्मित होता है अर्थात् खण्ड रहित होते हैं। इन प्रतिरूपों का आकार एवं आकृति वांछित ढलाईयों का प्रावधान भी रखा जाता है। चित्र में एक ठोस प्रतिरूप प्रदर्शित किया गया है। यह प्रतिरूप मजबूत एवं सस्ते होते हैं। ये प्रतिरूप प्राय: ठोस चपटे पृष्ठ वाले होते हैं। यह पृष्ठ ही साँचों के निर्माण हेतु पृथक्कारक (Parting) सतह की तरह कार्य करता है। कुछ ठोस प्रतिरूपों के पृष्ठ चपटे भी नहीं होते हैं। जैसे कि पुली का ठोस प्रतिरूप। इन प्रतिरूपों में साँचों के निर्माण के लिए एक फॉलो बोर्ड (Follow Board) का प्रयोग किया जाता है। जो साँचा बनाते समय सहारा भी देते हैं तथा साथ ही साथ पृथक्कारक पृष्ठ का कार्य भी करता है। लेकिन चपटे पृष्ठों वाले प्रतिरूपों से संपूर्ण साँचा एक ही संचकन बॉक्स में बना सकते हैं। दूसरे बॉक्स द्वारा इन्हें ढका जाता है। ढकने वाला बॉक्स कोप (Cope) एवं दूसरा बॉक्स ड्रैग (Drag) कहलाता है (चित्र-1)।



चित्र 1—(अ) ठोस प्रतिरूप



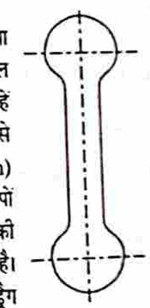
चित्र 1—(ब) पुली का ठोस प्रतिरूप



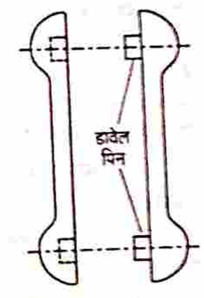
चित्र 1—(स) फॉलो बोर्ड का उपयोग

(ii) विभक्त प्रतिरूप (Split Pattern)

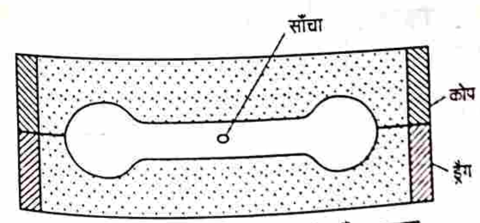
जिन प्रतिरूपों का निर्माण दो या दो से अधिक खण्डों में किया जाता है वह विभक्त प्रतिरूप कहलाते हैं। खण्डों को जोडने हेतु डावेल पिनें (Dowel Pins) का प्रयोग किया जाता है। आवश्यकतानुसार इन्हें साँचा बनाते समय अलग-अलग भी किया जा सकता है। यह मूलरूप से दो भागों में बाँटे गये हैं। एक द्विभाग प्रतिरूप (Two piece Pattern) एवं दूसरे त्रिभाग प्रतिरूप (Three Piece Pattern)। इन प्रतिरूपों को इनकी पृथक्कारक सतह अलग करती है। पृथक्कारक सतहों की स्थिति का निर्धारण ढलाईयों के आकार एवं आकृति पर निर्भर करता है। संचकन बॉक्स का एक भाग कोप (Cope) व दूसरा बॉक्स ड्रैग (Drag) होता है। त्रिभाग प्रतिरूपों में कोप एवं ड्रैग के मध्य तीसरा भाग होता है जो चिक कहलाता है (चित्र 2)।



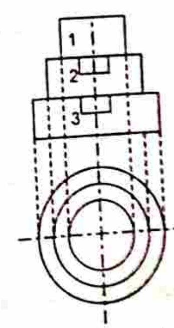
चित्र 2—(अ) ढलाई



(ब) द्वि-भाग प्रतिरूप



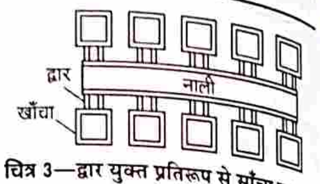
चित्र 2—(स) द्विभाग प्रतिरूप से साँसा बनाना



चित्र 2—(द) त्रिभाग-प्रतिरूप

(iii) द्वारयुक्त प्रतिरूप (Gatted Pattern)

(चित्र 3) इस प्रकार के प्रतिरूपों में द्वारों का प्रावधान किया जाता है। ये प्रतिरूप प्राय: 2, 4, 6, 8 इत्यादि के सैटों में निर्मित किये जाते हैं। इनके द्वारा निर्मित साँचों को जोड़ने के लिए एक नाली (Runner) का प्रयोग किया जाता है। नाली के एक सिरे पर पिघली धातु डाली जाती है, जहाँ से द्वारों से निकलकर साँचों तक पहुँच जाती है।



चित्र 3—द्वार युक्त प्रतिरूप से साँचा बनाना

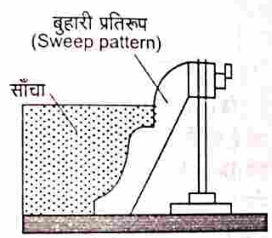
(iv) पिन्जर प्रतिरूप (Skeleton Pattern)

इनका निर्माण लकड़ी की पट्टियों द्वारा पिन्जर (Skeleton) के रूप में किया जाता है। पिन्जरों की प्रतिकृति वांछित ढलाई के समान ही निर्मित की जाती है। इसके रिक्त स्थानों को संचकन रेतों (Mould Sand) द्वारा भर देते हैं। इन प्रतिरूपों का प्रयोग कम मात्रा में बड़े साइज की ढलाइयों के उत्पादन हेतु किया जाता है। इनके द्वारा गोलाकार ढलाई जैसे कि पाइपों, सिलिन्डर इत्यादि का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है (चित्र-4)।

चित्र 4—पिन्जर प्रतिरूप

(v) बुहारी प्रतिरूप (Sweep Pattern)

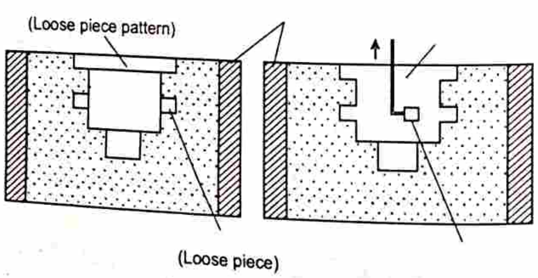
(चित्र-5) इस प्रकार के प्रतिरूप द्वारा सममितीय (Symmetrical) एवं वृत्ताकार साँचों (Circular Moulds) का निर्माण प्रतिरूपों को ऊर्ध्व अक्ष (Vertical Axis) पर रखकर एवं क्षैतिज तल में घुमाकर किया जाता है। यह सामान्यतया अनुप्रस्थ काट (Crossection) के अर्द्ध भाग के समान होता है। उन्हें ऊर्ध्व पर टिके स्पिंडल की सहायता से पूर्व तैयार किये गये संचकन रेतों (Moulding sanch) के गड्ढों में घुमाया जाता है। यह प्रतिरूप सस्ते व सरल होते हैं। इनके द्वारा वृत्ताकार, बड़े एवं जटिल साँचों का निर्माण किया जा सकता है।



चित्र 5—बुहारी प्रतिरूप

(vi) अबद्ध या शल्य अंग या लूज पीस प्रतिरूप (Loose piece Pattern)

इन प्रतिरूपों का निर्माण अलग से शल्य अंग (Loose piece) या कोर प्रिन्ट (Core Print) लगाकर किया जाता है। इनको साँचों से आसानी से अलग किया जा सकता है। प्रतिरूप के प्रमुख अंगो को पहले हटाने के बाद शल्य अंगों को अलग किया जाता है। इनके द्वारा जटिल आकृति ढलाईयाँ सरलतापूर्वक बनायी जा सकती है (चित्र-6)।

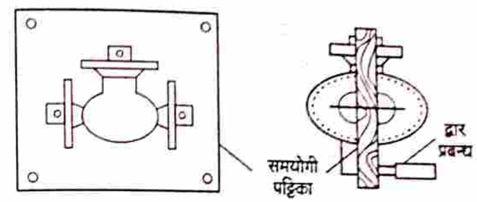


चित्र 6–शल्य अंग प्रतिरूप

(vii) समयोगी-पट्टिका प्रतिरूप (Match-Plate Pattern)

इन प्रतिरूपों का निर्माण धातु या लकड़ी की एक समयोगी पट्टिका को बद्ध (Attach) कर किया जाता है। इनका निर्माण प्राय: धातु या लकड़ी द्वारा किया जाता है। ये द्विभाग प्रतिरूपों के समान ही होते हैं। प्रतिरूपों के दोनों भागों को एक समयोगी

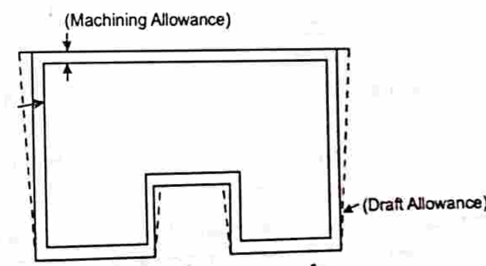
पट्टिका के दोनों तरफ उचित स्थिति में रखे पेचों की सहायता से जोड़ दिया जाता है। ये पट्टी प्राय: एल्युमीनियम धातु की बनी होती है। पट्टिका के दोनो पृष्ठो पर एक से अधिक प्रतिरूपों को भी सरलतापूर्वक जोड़ा जा सकता है। इनमें द्वार एवं रनर का भी उचित प्रबंध किया जाता है। इनकी प्रारंभिक लागत अधिक होती है। इनके द्वारा संचकन मशीनो (Moulding Machines) पर अधिक संख्या में छोटे आकार एवं आकृति के साँचे बनाये जाते हैं। इनके द्वारा कम समय में साँचों का अधिक मात्रा में उत्पादन भी किया जा सकता है (चित्र-7)।



चित्र 7—समयोगी पट्टिका प्रतिरूप

2.4 प्रतिरूप अभिन्यास (Pattern Layout)

(चित्र-8) प्रतिरूपों का निर्माण प्राय: काल्पनिक या वांछित मापो पर आधारित होता है। जिस कारण उसमें गलती होने की संभावनाएँ बढ़ जाती है। इसलिए प्रतिरूपों के विभिन्न अंगो का संरूपण करने से पूर्ण लकड़ी निर्मित अभिन्यास फलक



चित्र 8–प्रतिरूप अभिन्यास का एक दर्शन

(Layout Board) पर प्रतिरूपों की विमाओ को सही पैमाने व मापानुसार चिन्हित एवं रेखांकित किया जाता है। इस सम्पूर्ण प्रक्रम को ही प्रतिरूप अभिन्यास कहा जाता है। इस अभिन्यास में वांछित प्रतिरूपों के पूर्ण पैमाने पर कम मात्रा में दर्शन (Views) आरेखित करते हैं। इस आरेखित अभिन्यासों पर कोर प्रिन्टों (Core Prints) एवं मशीनी सतहों (Machining Surfaces) की अवस्थिति भी स्पष्ट रूप से प्रदर्शित की जाती है।

(1) अच्छे प्रतिरूप अभिन्यासों के लक्षण (Characterstics of a Good Pattern Layout) :

(i) अभिन्यास प्राय: पूर्ण स्केल पर खींचना चाहिये।

(ii) इन पर प्रतिरूप जोड़ो को भी प्रदर्शित करना चाहिये।

(iii) छूटों का प्रावधान भी होना चाहिये।

(iv) इस अभिन्यास में प्रतिरूप, कोर प्रिन्ट, आबद्ध भाग, कोर बॉक्सो आदि का भी आरेख होना चाहिये।

(v) प्रतिरूपों के प्रकार व लकड़ी का विवरण अंकित होना चाहिये।

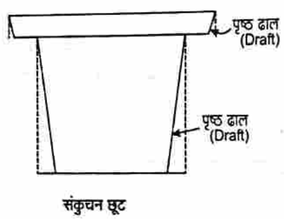
(vi) साँचों के द्वार (Gates) राइजर (Riser), नालियो (Runners) आदि का साइज, आकार एवं अवस्थापन (Location) प्रदर्शित होनी चाहिये।

2.5 प्रतिरूप छूटें (Pattern Allowances)

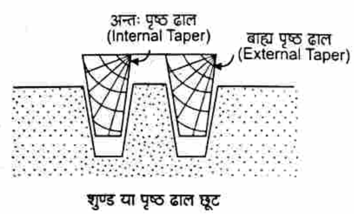
प्रतिरूपों को संकुचन, मशीनन, विकृति आदि दोषों से बचाने हेतु प्राय: ढलज मापों को अपेक्षाकृत कुछ बड़ा बनाया जाता है। इस प्रकार के माप को ही प्रतिरूप छूट कहते हैं। यह निम्न प्रकार की होती है—

(i) संकुचन छूट (Shrinkage Allowances) : पिघली धातु को साँचों में उड़ेलने के पश्चात् वह ठण्डी होने पर ठोस रूप ले लेती है, ठोस होने पर वह कुछ संकुचित हो जाती है। जिस कारण ढलजों का आयतन वांछित या साँचे के आयतन से अपेक्षाकृत कम हो जाता है। इस प्रकार के दोषो से बचाव हेतु साँचों को माप उसी अनुपात में कुछ बड़ा रखा जाता है एवं प्रतिरूप भी बड़ा बनाये जाते हैं। इस प्रकार प्रतिरूपों में जो छूट प्रदान की जाती है, वह संकुचन छूट कहलाती है (चित्र 9)।

(ii) शुण्ड या पृष्ठ ढाल छूट (Taper or Draft Allowance) : प्रतिरूपों के बाह्य ऊर्ध्वाधर तल प्राय: नीचे की तरफ व अंत: ऊर्ध्वाधर तल ऊपर की तरफ शुण्डाकार (taper) आकृति में बनाये जाते हैं जिससे की ठोस ढलज को निकालते समय उसे बिना क्षति पहुँचाये सरलतापूर्वक निकाला जा सके। इस प्रकार दी गयी छूटे शुण्ड छूट कहलाती है। आंतरिक पृष्ठों पर यह छूट बाह्य पृष्ठों की अपेक्षा अधिक रखी जाती है। प्राय: बाह्य पृष्ठों पर 10 mm से लेकर 25 mm प्रति मीटर एवं अंत: पृष्ठों पृष्ठो पर 40 mm प्रति मीटर तक की छूट प्रदान की जाती है (चित्र 10)।



चित्र 9



चित्र 10

(iii) विकृत छूट (Wraping or Distortion Allowance) : इस प्रकार की छूटे प्राय: अनियमित आकृति वाले प्रतिरूपों मे दी जाती है। अर्थात् इस प्रकार की छूट उनमें प्रदान की जाती है जिनके सभी भागो में संकुचन एक समान नहीं होता है। ठण्डा हो जाने पर इन ढलजों के विभिन्न भागों के बीच तापीय प्रतिबल (Thermal Stresses) उत्पन्न हो जाते हैं। जिस कारण उन भागो पर कुछ विकृति आ जाती है। इन दोषों के निवारण हेतु प्रतिरूपों को विपरीत दिशा में समानुपात में विकृत कर दिया जाता है।

(iv) थपथपाना या हल्लन छूट (Rapping or Shrinkage Allowance) : ढलजों को ठण्डा होने के पश्चात् प्रतिरूपों से बाहर निकालना पड़ता है। इसके लिए उसे हिला डूला कर निकाला जाता है जिस कारण प्रतिरूपों के आयतनों में कुछ वृद्धि आ जाती है। इन दोषों से बचाने के लिए प्रतिरूपों को थोड़ा छोटा बनाते हैं। इस प्रकार की जो ऋणात्मक (Negative) छूटे प्रदान की जाती है वह थपथपाना या हल्लन छूटे कहलाती है।

(v) मशीनन छूट (Machining Allowance) : जब ढलजों को साँचों से बाहर निकाल लिया जाता है तब उनकी सतहों को साफ, परिष्कृत बनाने हेतु मशीनिंग करनी पड़ती है। इसके लिये ढलजों के पूरे पृष्ठ या मशीनिंग किये जाने वाले भागों की मोटाई मात्रा में कुछ अधिक रखा जाता है। इस प्रकार दी गयी छूटो को मशीनन या मशीनिंग छूट कहा जाता है। यह छूट ऋणात्मक या धनात्मक दोनों तरह की हो सकती है। लौह धातुओं हेतु यह छूट प्राय: 3 mm प्रति मीटर एवं अलौह धातुओं हेतु 1.5 mm प्रति मीटर तक रखी जाती है। यह छूट मूलत: मशीनन के तरीके, ढलाई धातु, ढलाई विधि, प्रतिरूप का आकार, आकृति इत्यादि पर निर्भर करती है।

§ 2.6 प्रतिरूप का परिष्करण (Finishing of Patterns)

ढलजों की फिनिश या परिष्करण उनके प्रतिरूपों के फिनिशिंग पर भी निर्भर करती है। प्रतिरूपों की फिनिशिंग हेतु सैन्ड पेपर (Sand Paper) एवं सैन्डिंग-मशीनों का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया द्वारा सतहों पर औजारो के प्रयोग से बनने वाले निशान या अन्य दोष बडी ही आसानी से दूर किये जा सकते हैं। इस प्रक्रिया को सैंडिंग कहा जाता है। सैंडिंग करने के पश्चात् सतहों को लेप चढ़ाया जाता है। शैलक प्राय: प्रतिरूपों के लकड़ी मे बने संरंध्रो (Pores) को भरकर बन्द कर देते हैं। जिस कारण प्रतिरूपों की सतह पूर्ण परिष्करण हो जाती है।

§ 2.7 प्रतिरूपों की रंग योजना (Colour Scheme of Patterns)

प्रतिरूपों को अधिक उपयोगी बनाने हेतु उन पर ऐनेमल पेंट स्प्रे पेंट विधि या ब्रुशों की सहायता से किया जाता है। प्रतिरूपों के अलग-अलग रंगो को अलग-अलग रंगों द्वारा रंगते हैं। अलग-अलग रंगों के प्रयोग करने के निम्न उद्देश्य है—

(i) ढलाई की जाने वाली धातु की पहचान करना।

(ii) कोर प्रिन्ट (Core Prints) अबद्ध अंग (Loose Piece) इत्यादि को आसानी से पहचाना जा सके।

(iii) प्रतिरूपों के मुख्य बॉडी एवं उसके अन्य भागों की पहचान को आसान बनाना।

(iv) मशीनिंग की जाने वाली सतहों को आसानी से पहचाना जा सके।

IS : 1513-1971 भारतीय मानक संस्थानुसार रंग योजना निम्न प्रकार से है—

क्र० सं०	प्रतिरूपों की सतह	अनुमोदित रंग
1.	मशीनिंग सतहों का	पीले रंग द्वारा
2.	ढलजों की वह सतहे जिनमें मशीनिंग की जरूरत नहीं पड़ती है।	नीला (इस्पात हेतु) लाल (धूसर लौहे हेतु) भूरा (ढलवा लौह हेतु) नारंगी (भारी धातु ढलाई हेतु) ब्राऊन (हल्की धातु ढलाई हेतु)
3.	मशीनिंग करे जाने वाले कोर प्रिन्ट	
	(i) कोर प्रिन्टों के सिरे	काले रंग
	(ii) कोर प्रिन्टों के वक्र सतह (Periphery)	पीली या काली पट्टियो द्वारा
4.	मशीनिंग न किये जाने वाले कोर प्रिन्ट के खोखले भाग	
	(i) कोर प्रिन्टों की सतह	काले रंग द्वारा
	(ii) कोर प्रिन्ट की वक्र सतह	काले रंग द्वारा
5.	पैटर्न या प्रतिरूप जोड़	
	(i) कोर वाले भाग	काले रंग द्वारा
	(ii) धातु वाले भाग	वार्निश द्वारा
6.	अबद्ध कोर प्रिन्ट्स (Loose Core Prints)	हरे रंग द्वारा

2.8 प्रतिरूप दोष (Pattern Defects)

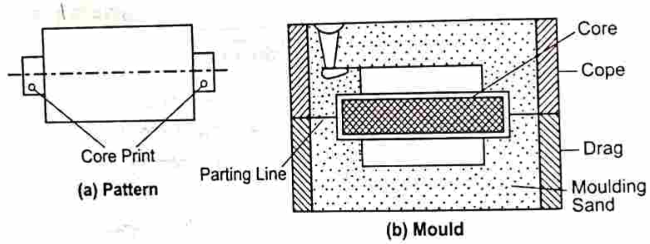
प्रतिरूप निर्माण के दौरान या प्रतिरूपों के संपूर्ण होने के पश्चात् उनमें अनेको प्रकार के दोष उत्पन्न हो जाते हैं। दोष युक्त सतहों के प्रयोग से ढलज ही दोष युक्त प्राप्त होते हैं। प्रतिरूपों में मूलत: निम्न दो प्रकार के दोष पाये जाते हैं—

(i) दोष-पूर्ण पदार्थों के उपयोग से होने वाले दोष (Defects due to use of defective materials) : दोष पूर्ण पदार्थों का उपयोग करने से निम्न दोष आते हैं, लकड़ी का क्षय हो जाना, लकड़ी में दीमक लगना, लकड़ी में ऐंठन या विकृति आना, लकड़ी का फूल जाना, लकड़ी में फटास या दरारे उत्पन्न होना इत्यादि है।

(ii) दोषपूर्ण संक्रियाओं के कारण उत्पन्न होने वाले दोष (Defects due to use of uneffective process) : दोष-पूर्ण संक्रियाओं का प्रयोग करने के कारण जो दोष पैदा हो जाते हैं वह है जोड़ो का ढीलापन, अपर्याप्त फिनिशिंग, प्रतिरूप अभिन्यासो का त्रुटीकरण, सतहों में अपर्याप्त छूट, प्रतिरूपों में अबद्ध अंगों (Loose Piece) या कोर प्रिन्टों का न लगाना, विभक्त प्रतिरूपों के भागो का ठीक ढंग से सरेखण (Alignment) न हो पाना इत्यादि है।

2.9 कोर (Core)

ढलाईयो को आवश्यकतानुसार खोखली बनाने हेतु, रेतो की आकृतियाँ साँचों (Moulds) में प्रयोग की जाती है। उन्हें कोर (Core) कहा जाता है। कोरो का निर्माण अलग से किया जाता है। कोरो का निर्माण कोर बॉक्सो की सहायता से किया जाता है। कोरो को साँचे (Mould) के अंदर सहारा देने हेतु छिद्र (Cavity) की जरूरत होती है। इस छिद्र (Cavity) के निर्माण हेतु पैटर्न या प्रतिरूपों में से ही कुछ भाग उभार दिये जाते हैं। इन उभरे भागो को कोर प्रिन्ट कहा जाता है।



चित्र 11—Core Coreprint and their use

2.10 कोर एवं कोर प्रिन्ट में अंतर (Difference between core and core Print)

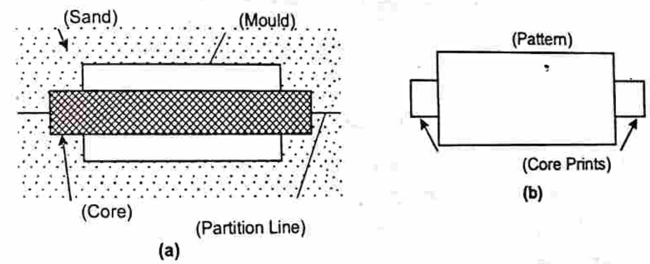
कोर एवं कोर प्रिन्टों में प्राय: निम्नवर्णित अंतर होते हैं—

क्र० सं०	कोर (Core)	कोर प्रिन्ट (Core Print)
1.	एक कोर से केवल एक कास्टिंग बनाई जा सकती है।	एक कोर प्रिन्ट से कई कास्टिंग या मोल्ड बनाये जा सकते हैं।
2.	खोखली ढलाइयों में छिद्र, (Cavity) बनाने के लिए कोर का उपयोग करते हैं।	कोर की मोल्ड में सहारने के लिए सीट (Seat) बनाने में इसका प्रयोग करते हैं।
3.	कोर का निर्माण मोल्डिंग शॉप (Moulding Shop) में होता है।	कोर प्रिन्ट का निर्माण पैटर्न शॉप (Pattern Shop) में किया जाता है।
4.	कोर को कोर बॉक्स में कोर सैण्ड द्वारा बनाया जाता है।	कोर प्रिन्ट को पैटर्न बनाते समय उसी मैटीरियल का टूल या मशीन द्वारा बनाया जाता है।
5.	मोल्ड का एक भाग (Part) होता है।	पैटर्न का एक भाग होता है।
6.	कोर मोल्ड (साँचे) का एक भाग होती है।	कोर प्रिन्ट प्रतिरूप का एक भाग होते हैं।
7.	कोरो का निर्माण मोल्डिंग शाप (Moulding Shop) में किया जाता है।	कोर प्रिन्ट्स का निर्माण पैटर्न शॉप (Pattern Shop) में किया जाता है।
8.	इनके प्रयोग खोखले ढलाजों में छिद्र, बनाने के लिए किया जाता है।	इनका उपयोग कोर को मोल्ड को सहारा प्रदान करने हेतु सीट (Seat) बनाने में किया जाता है।
9.	कोरों का निर्माण कोर बॉक्सों (Core Boxes) में कोर सैण्डों की सहायता से किया जाता है।	कोर प्रिन्ट को पैटर्न बनाते समय ही उसी पदार्थ का टूल या मशीन का प्रयोग कर बनाया जाता है।
10.	एक कोर का प्रयोग कर केवल एक ही कास्टिंग बना सकते हैं।	एक कोर प्रिन्ट की मदद से कई कास्टिंग या मोल्ड बना सकते हैं।

2.11 कोरों का वर्गीकरण (Classification of Cores)

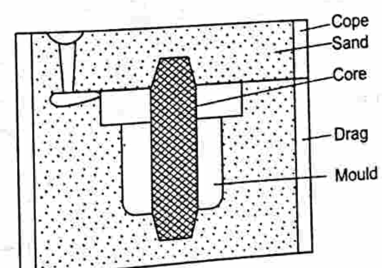
आकार एवं स्थिति के आधार पर कोरों को निम्न भागों में बाँटा गया है—

(i) क्षैतिज कोर (Horizontal Core) : इस प्रकार की कोरों को क्षैतिज अवस्था में ही मोल्ड में प्रयोग किया जाता है। यह सर्वाधिक प्रचलित कोरों में से एक है (चित्र-12)।



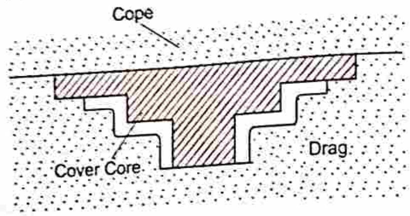
चित्र 12

(ii) ऊर्ध्वाधर कोर (Vertical Core) : इस तरह की कोरे मोल्ड के भीतर ऊर्ध्वाधर अवस्था में सैट की जाती है। इसमें कोरों का एक सिरा कोर सीट (Seat), कोप (Cope) में एवं दूसरा सिरा कोर सीट ड्रैग (Core seat Drag) में निर्मित किया जाता है। (चित्र-13)



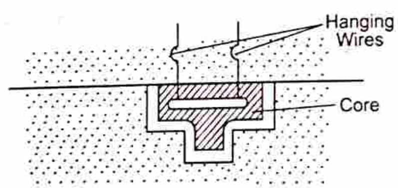
चित्र 13—Vertical Core

(iii) आवरण कोर (Cover Core) : इस प्रकार की कोरों का निर्माण पूर्ण पैटर्न ड्रैग (Drag) में दबाव डालकर मोल्डों का निर्माण किया जाता है एवं कोरों को मोल्ड के ऊपर से ढक दिया जाता है (चित्र-14)।



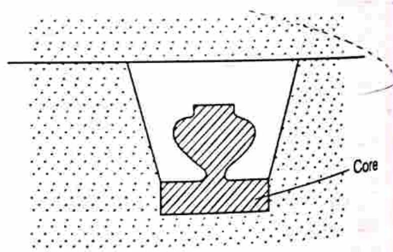
चित्र 14—Cover Core

(iv) लटकी कोर (Hanging Core) : जब कोरों को ड्रैग पर सहारने पर कठिनाई होती है तब कोरों को कोप (Cope) के साथ मोल्ड (Mould) में लटकाते हैं। इस कारण इसे हैंगिंग कोर या लटकी कोर कहा जाता है। कोरों को कोप में बाँधने हेतु एक तार या रॉड का भी प्रयोग किया जाता है (चित्र-15)।



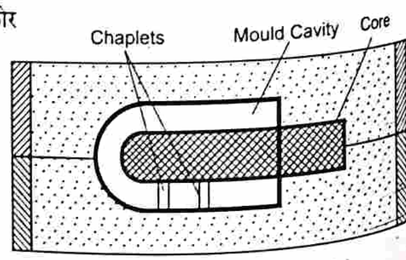
चित्र 15—Hanging Core

(v) रैम-अप कोर (Ram-Up Core) : जब कोरों को मोल्ड निर्माण के समय ही मोल्डिंग सैण्डों (Moulding Sands) में फँसा दिया जाता है तो इस प्रकार की कोरों का निर्माण होता है। इस प्रकार की कोरों का प्रयोग कास्टिंग की अंत: एवं बाह्य दोनों परिस्थितियों में सरलतापूर्वक किया जा सकता है (चित्र-16)।



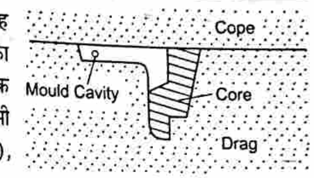
चित्र 16—Ram-Up Core

(vi) संतुलित कोर (Balanced Core) : इस प्रकार की कोरों का एक सिरा ही सहारा जाता है। इसकी वजह कास्टिंग की आकृति होती है। ऐसी दशा में कोर प्रिन्टों का निर्माण सावधानीपूर्वक इस प्रकार किया जाता है कि मोल्ड में वनी छिद्र या गुहिका (Cavity) में स्थित कोर वाला भाग शेष लंबाई को स्वयं ही संतुलित करता है। लंबी कोरों हेतु चेपलेट (Chaplets) का प्रयोग भी किया जाता है। चेपलेट धातु के टुकड़े होते हैं जो कोर को सहारने का कार्य करते हैं। जब पिघली हुयी धातु मोल्ड में ढडेली जाती है तो ये चेपलेट गलने के पश्चात् कास्टिंग का ही एक भाग वन जाते हैं (चित्र-17)।



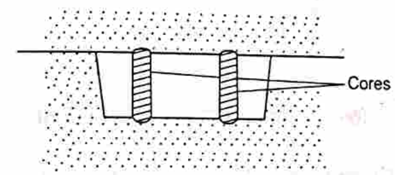
चित्र 17—Balanced Core

(vii) विंग कोर (Wing Core) : इस प्रकार की कोर को पार्टिंग सतह की रेखा के ऊपर या नीचे लगाया जाता है। पैटर्न द्वारा निर्मित सीट मे कोरों का सीधे-सीधे बैठा देते हैं या अन्य कोरों के साथ बैठा देते हैं। कोर का शेष मोल्ड एक सतह की तरह प्रयोग होता है इस कारण इसे स्टॉप ऑफ कोर (Stop off core) भी कहते हैं। इसके अन्य नाम है चेयर कोर (Chair Core), टेल कोर (Tail Core), सैडायिल कोर (Sadddile Core) इत्यादि (चित्र-18)।



चित्र 18—Wing Core

(viii) चुम्बन कोर (Kiss Core) : जब कोर को उचित स्थिति में कोप के दाब द्वारा दबाया जाता है तब चुम्बन कोरों का निर्माण होता है। इस प्रकार की कोरों को सहारने के लिए ना तो सीट (seat) ही मिलती है तथा ना ही कोर प्रिन्ट मिलते हैं। इन कोरों का प्रयोग कास्टिंग में बहुत सारे छिद्र करने में किया जाता है (चित्र-19)।



चित्र 19—Kiss Core

2.12 कोर प्रिन्ट् (Core Print)

कास्टिंग में जब विभिन्न आकार एवं आकृति के छिद्रों या झिरियों का निर्माण करना होता है तब इन्हें बनाने हेतु विभिन्न प्रकार के कोरों का प्रयोग करना पड़ता है। इन्हें मोल्डों में रखने हेतु उचित जगह का प्रावधान किया जाता है। इस अतिरिक्त जगह की व्यवथा करने हेतु मोल्ड में पैटर्न में उसी तरह के प्रक्षेपण (Projection) किये जाते हैं। इन बनाये गये प्रक्षेपणों को ही कोर प्रिन्ट कहा जाता है। यह कोरों को मोल्ड में एक तरह की सीट (Seat) प्रदान करते हैं।

I. कोर प्रिन्ट्स के प्रकार (Types of Core Prints) :

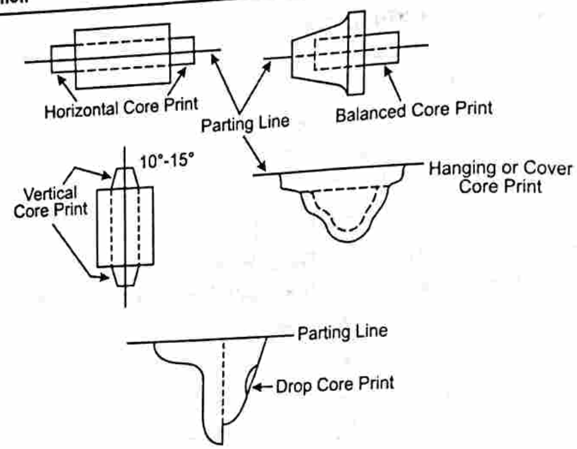
(1) क्षैतिज कोर प्रिन्ट (Horizontal Core Prints) : इस प्रकार के कोर प्रिन्ट पार्टिंग सतह (Parting Surface) की लाइन (Line) पर क्षैतिज दिशा में रखे जाते हैं। ये मूलत: Split पैटर्न में प्रयोग होते हैं।

(2) ऊर्ध्वाधर कोर प्रिन्ट (Vertical Core Prints) : इस प्रकार के कोर प्रिन्ट मोल्ड के भीतर ऊर्ध्वाधर दिशा में रखे जाते हैं। इन्हें कोप व ड्रैग में रखते हैं। कोप में इनका प्रक्षेपण कोण 10° से 15° तक एवं ड्रैग में 1.5° से 3° तक होता है।

(3) हैंगिंग या कवर कोर प्रिन्ट (Hanging or Cover Core prints) : यदि संपूर्ण पैटर्न ड्रैग में समा जाए एवं कोर को सबसे ऊपर ढक्कन की तरह रखा जाए तो इस प्रकार के कोर प्रिन्टों का निर्माण होता है।

(4) विंग या ड्राप कोर प्रिन्ट (Wing or Drop core Prints) : यदि कोर प्रिन्ट को पार्टिंग सतहों से ऊपर या नीचे रखा जाए तो इस प्रकार के कोर प्रिन्ट का निर्माण होता है। इन्हें चेयर (Chair) या टेल (Tail) कोर प्रिन्ट भी कहा जाता है।

(5) संतुलित कोर प्रिन्ट (Balanced Core Prints) : इस प्रकार के कोर प्रिन्ट को एक ही तरफ से सहारा जाता है। अर्थात् सहारा प्रदान करने हेतु सीट (Seat) का निर्माण एक ही तरफ किया जाता है। इस प्रकार के कोर प्रिन्ट का प्रयोग तब किया जाता है जब क्षैतिज कोर प्रिन्ट कार्य करने में विफल हो जाते हैं।



चित्र 20—Different Types of Core Print

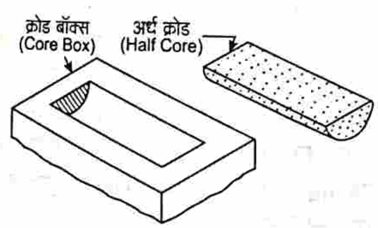
II. कोर प्रिन्ट्स का महत्त्व (Importance of Core Prints)

इनका प्रतिरूपों में महत्तवपूर्ण स्थान है यदि कोर प्रिन्ट की उचित व्यवस्था न हो तो कोर को उचित स्थिति में रखना कठिन होगा। जिस कारण ढलाई में विकृति आ सकती है। प्रतिरूप रचना में कोर-प्रिन्ट के आकार एवं प्रकार का विशेष-ध्यान रखना चाहिए।

2.13 विभिन्न प्रकार की कोर पेटियाँ (Types of Core Boxes)

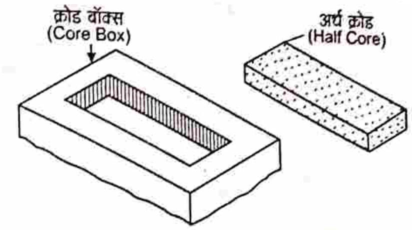
कोर के निर्माण हेतु विभिन्न प्रकार की कोर पेटियाँ की आवश्यकता होती है। जिनका सचित्र वर्णन नीचे किया गया है—

(1) हाफ कोर-पेटी (Half Core Box)—(चित्र 21) यदि क्रोड के आधार को दो समान आकार के भागों में निर्माण करना संभव न हो तो तब हाफ कोर-पेटी का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार के प्रक्रम में दोनों भागों को अलग-अलग निर्माण का परस्पर जोड़ दिया जाता है।



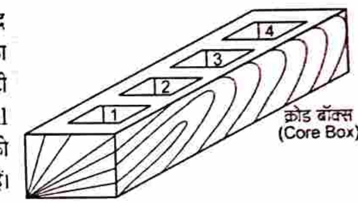
चित्र 21

(2) डम्प अथवा स्लैब कोर पेटी (Dump or slab core Box) : (चित्र-22) जब कोर पेटी में संपूर्ण आकार का कोर सरलतापूर्वक बनाया जा सके तो इस प्रकार की पेटी को डम्प अथवा स्लैब कोर पेटी कहा जाता है। यह लगभग हाफ-कोर पेटी के समान ही प्रतीत होती है।



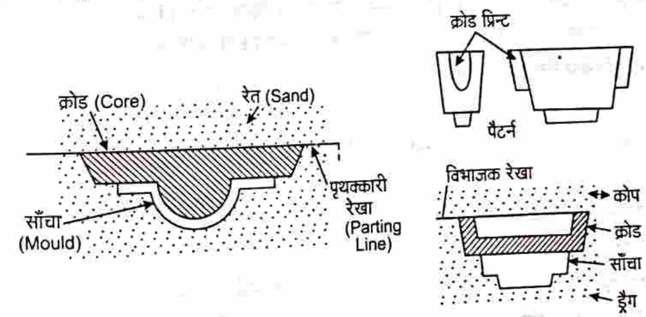
चित्र 22—स्लैब या डम्प क्रोड बक्स

(3) विभाजित कोर पेटी (Split core Box) : (चित्र-23) यदि कोर पेटी का निर्माण दो बराबर भागों में किया जाये एवं उसमें पूर्ण कोर का निर्माण एक साथ ही किया जा सके तो इस प्रकार की पेटी विभाजित कोर पेटी कहलाती है। पेटी के दोनों भागों को जोड़ने हेतु डावटेल पिन (Dovetail Pin) का प्रयोग किया जाता है। कोर निर्माण प्रारंभ करने से पूर्व पेटी को क्लैम्पों में जकड़ कर उसमें कोर सैण्ड (Core Sand) भरकर ठोंक देते हैं। इसके बाद कोर पेटी के दोनों भागों को खोलकर कोर बाहर निकाल देते हैं।



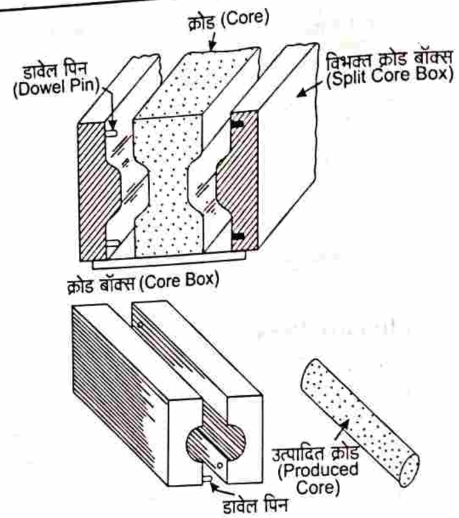
चित्र 23—समूह क्रोड बक्स

(4) अबद्ध-खण्ड कोर पेटी (Loose Piece Core-Box) : (चित्र-24) जब कोरों के दो असमान भागों का निर्माण करने की आवश्यकता हो तो अबद्ध-खण्ड कोर पेटी का प्रयोग किया जाता है। पेटी में एक तिरक्षा गुहिका (Cavity) लगी रहती है एवं इसके किसी एक खाँचे में आबद्ध खण्ड लगा रहता है।



चित्र 24

(5) स्ट्रिकल कोर पेटी (Strickle Type Core Box) : (चित्र-25) जब अनियमित कोर का निर्माण करने की आवश्यकता हो तो स्ट्रिकल कोर पेटी की जरूरत पड़ती है। इस प्रकार की पेटियों में अनियमित सतह पेटी में क्रोर सैण्ड (Core Sand) भरकर एवं लकड़ी के स्ट्रिकल बोर्ड (Strickle Board) लगाकर ठोक दिया जाता है।



चित्र 25—क्रोडें तथा क्रोड पेटियाँ

सारांश

प्रतिरूप रचना—प्रतिरूप रचना एक वांछित फर्मा होता है जो किसी धातु की वास्तविक प्रतिकृति के समान होता है जिसके द्वारा रेत या संकचन पदार्थों की सहायता से सांचों का निर्माण किया जाता है।

प्रमुख पदार्थ प्रतिरूप निर्माण के लिए—

(i) लकड़ी
(ii) प्लास्टर
(iii) मोम
(iv) प्लास्टिक पदार्थ
(v) धात्विक पदार्थ

विभिन्न प्रकार के प्रतिरूप—

- ठोस अथवा एकल प्रतिरूप
- विभक्त प्रतिरूप
- द्वारयुक्त प्रतिरूप
- पिन्जर प्रतिरूप
- बुहारी प्रतिरूप
- आबद्ध या शल्ज अंग प्रतिरूप
- समयोगी-पट्टिका प्रतिरूप

प्रतिरूप छूटें—

(i) संकचन छूट
(ii) पृष्ठ ढाल छूट
(iii) विकृत छूट
(iv) थपथपनना छूट
(v) मशीनन छूट

कोर—ढलाईयों को आवश्यकतानुसार खोखली बनाने हेतु, रेतों की आकृतियाँ सांचों में प्रयोग की जाती है। उन्हें कोर कहा जाता है। कोरों का निर्माण अलग से किया जाता है।

कोरो का वर्गीकरण—

(i) क्षैतिज कोर
(ii) ऊर्ध्वाधर कोर
(iii) आवरण कोर
(iv) लटकी कोर
(v) रैम अप कोर
(vi) सन्तुलित कोर
(vii) विंग कोर
(viii) चुम्बन कोर

अभ्यास प्रश्न

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. पैटर्न क्या होता है? स्पिलिट (Split) तथा बहुखण्डीय (Multipiece) पैटर्न के लाभों की विवेचना कीजिए। ***(1993, 2003)***
2. प्रतिरूप पर दी जाने वाली छूटों की सूची बनाइए तथा प्रत्येक प्रकार की छूट के महत्व को समझाइए। ***(2011)***
3. प्रतिरूप (पैटर्न) क्या है? ढलाई कर्मशाला में प्रतिरूपों पर सामान्यत: किये जाने वाले रंग संकेतों (कोरस) का वर्णन कीजिए। ***(2000)***
4. कोर के उद्देश्य क्या हैं? विभिन्न प्रकार के कोर का नाम लिखिये तथा इनकी उपयोगिता बताइये। ***(1992, 97)***
5. अच्छे पैटर्न के गुणों की विवेचना कीजिए। आप पैटर्न बनाने से पहले किन-किन बातों का ध्यान रखेंगे? ***(1993)***
6. पैटर्न तथा कोर बॉक्स (Core-Box) के रंग कोडिंग (Colour Coding) को समझाइये। ***(2001)***
7. विभक्त पैटर्न अथवा कोप और डैग प्रतिरूप का उपयोग सचित्र समझाइये। ***(1995)***
8. कोर (Core) क्या हैं? किन्हीं तीन प्रकार के कोर के चित्र बनाकर उनके अनुप्रयोग लिखिए।
9. विभिन्न प्रकार के प्रतिरूपों की सूची बनाइये। ये किन पदार्थों के बने होते हैं? विभिन्न प्रतिरूप एलाउन्सों के नाम लिखिए। ***(1994, 98)***
10. प्रतिरूप रचना (Pattern) हेतु साधारण तथा किन पदार्थों का उपयोग किया जाता है? प्रतिरूप छूट क्या है? संकुचन छूट को स्पष्ट समझाइये। ***(1992, 99, 2002)***
11. पैटर्न में आमतौर पर क्या दोष पाये जाते हैं? इन दोषों को कैसे दूर किया जा सकता है? इनका वर्णन कीजिए। ***(1996)***

सही विकल्प का चुनाव कीजिए—

1. मोम का उपयोग निम्न मोल्ड बनाने में होता है—
   (a) इन्वैस्टमेन्ट मोल्ड (b) शैल मोल्ड
   (c) फुल मोल्ड (d) स्थायी मोल्ड
2. कोर प्रिन्ट निम्न का भाग होते हैं—
   (a) कोर (b) पैटर्न
   (c) मोल्डिंग बॉक्स (d) कोई नहीं
3. संकुचन छूट निर्भर करती है—
   (a) कास्टिंग विधि (b) कास्टिंग की जाने वाली धातु
   (c) मशीनिंग विधि (d) b व c दोनों

4. निम्नलिखित कोर को सहारने के लिये चैप्लैट का उपयोग करते हैं—
(a) क्षैतिज कोर (b) आवरण कोर
(c) ऊर्ध्वाधर कोर (d) संतुलित कोर

5. ग्रे कास्ट आयरन में प्रति मीटर कितनी श्रिंकेज होती है—
(a) 16 mm (b) 2.6-11.6 mm
(c) 10.5-13 mm (d) 7-10.5 mm

6. मशीन वैल्डिंग में पैटर्न पर टेपर दिया जाता है—
(a) 1° (b) 1°-2°
(c) 2°-4° (d) 0.5°

7. पैटर्न में बनाये गये प्रोजेक्शन को कहते हैं—
(a) कोर (b) कोर प्रिन्ट
(c) कोर सीट (d) मोल्ड

8. फिलेट का रंग होता है—
(a) ब्लू (b) ब्लेक
(c) ब्राउन (d) ब्लेक ब्रोकन लाईनस

9. इस कोर के कोर प्रिन्टों में टेपर एलाउन्स दिया जाता है।
(a) क्षैतिज कोर (b) आवरण कोर
(c) ऊर्ध्वाधर कोर (d) संतुलित कोर

10. पैटर्न बनाने के लिये सबसे आदर्श लकड़ी है—
(a) महोगनी (b) कटहल
(c) बाँस (d) जामुन

11. पैटर्न मैटेरियल में निम्न गुण होने चाहिये—
(a) घिसावरोधी (b) मापें अस्थायी
(c) गैस पॉकेट (d) उपरोक्त सभी

12. मैटेलिक पैटर्न का निम्न लाभ है—
(a) ये अत्यधिक भारी होते हैं (b) ये अधिक महँगे होते हैं
(c) इनका जीवन काल अधिक होता है (d) उपरोक्त सभी

13. कोर को पार्टिंग लाइन से ऊपर या नीचे रखने के लिये निम्न कोर प्रिन्ट का उपयोग करते हैं—
(a) हैंगिग कोर प्रिन्ट (b) बैलेन्सड कोर प्रिन्ट
(c) विंग कोर प्रिन्ट (d) कोई नहीं

14. पैटर्न बनाने से पहले निम्न बिन्दु पर विचार करना चाहिये—
(a) कास्टिंग की धातु (b) उत्पादन की मात्रा
(c) पैटर्न का डिजाइन (d) उपरोक्त सभी

Chapter 3 मोल्डिंग एवं कास्टिंग (Moulding & Casting)

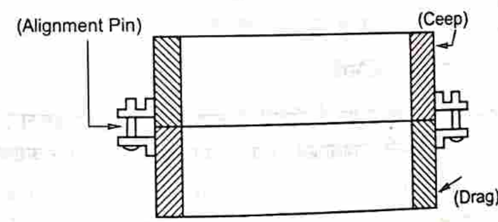
3.1 परिचय (Introduction)

साधारण शब्दों में हम कह सकते हैं कि साँचा (Mould) प्रतिरूपों की सहायता से बालू या अन्य कोई ढलाई पदार्थ में बनी हुई एक ऋणात्मक छाप होती है जिसमें धातु भरकर एवं ठोस होने पर वह उचित आकार व आकृति का ढलज प्रदान करती है। साँचे की निर्माण प्रक्रिया को ही प्रक्रम कहा जाता है। इस अध्याय के अन्तर्गत हम साचा निर्माण विधियों, मोल्डिंग सैण्ड या बालू (Moulding Sand), उनके परीक्षण, रख रखाव इत्यादि प्रक्रिया का विस्तृत ज्ञान प्राप्त करेंगे।

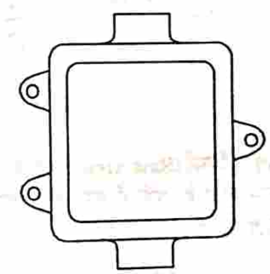
3.2 ढलाई औजार एवं उपस्कर (Moulding Tools and Equipments)

ढ़लाई प्रक्रम में जिन औजारों एवं उपस्करों का प्रयोग किया जाता है उनका सचित्र वर्णन निम्नवत् है—

(i) ढ़लाई बॉक्स या फ्लाक्स (Moulding Box or Flasks) : ढलाई बॉक्स प्राय: लकड़ी या धातु निर्मित होते हैं। जिनकी आकृति प्राय: पटल रहित गोलाकार, आयताकार या वर्गाकार होती है। इन्हें उठाने हेतु दोनों ओर हत्थे लगाये जाते हैं। इनमें संरेखन पिन (Alignment Pins) लगे होते हैं जिनके द्वारा इन्हें ऊपर नीचे संरेखित रखा जा सकता है। ऊपरी घेरे को कोप व निचले को ड्रैग (Drag) कहा जाता है। कभी-कभी एक घेरा इनके मध्य भी स्थापित किया जाता है जिसे चीक कहते हैं। इन्ही घेरों में ढलाई रेत भरा जाता है (चित्र 1)।

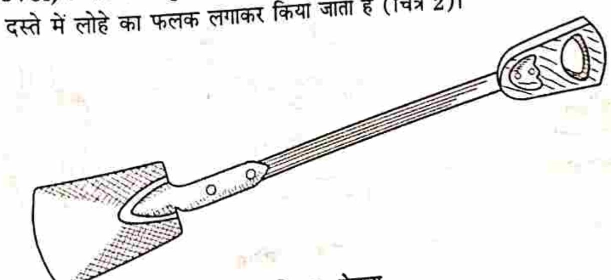


(Section of A Mould Box)


(Plan of A Mould Box)

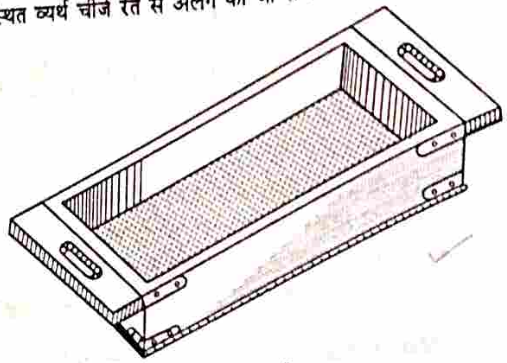
चित्र 1 : ढ़लाई बक्से

(ii) बेलचा (Shovel) : बेलचे का मुख्य कार्य रेतों को मिश्रित करना एवं उन्हें ढलाई बॉक्सों में भरना होता है। इसका निर्माण एक लकड़ी के दस्ते में लोहे का फलक लगाकर किया जाता है (चित्र 2)।



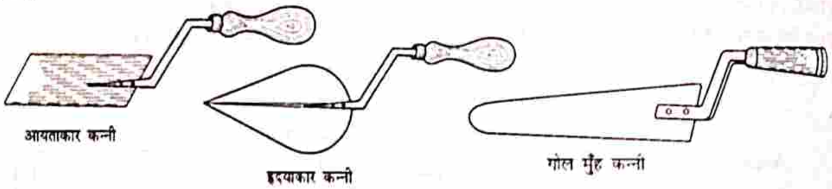
चित्र 2 : बेलचा

(iii) छन्नी (Riddle) : यह लकड़ी के आयताकार घेरे में तार की निर्मित जाली लगाकर बनायी जाती है। इसकी सहायता से रेत में उपस्थित व्यर्थ चीजें रेत से अलग की जा सकती है। (चित्र-3)



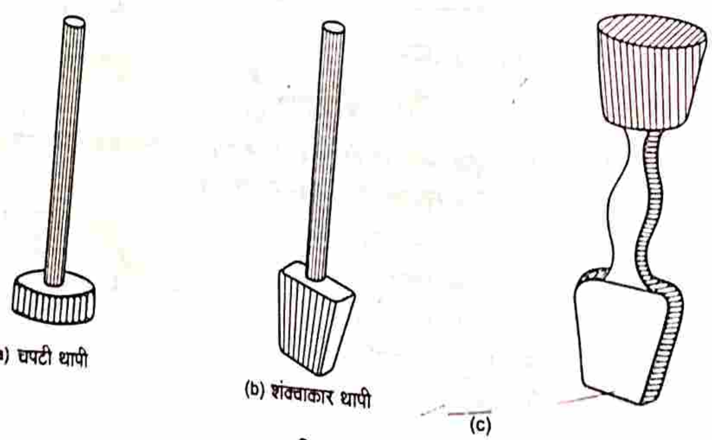
चित्र 3 : छन्नी

(iv) कन्नियाँ (Trowels) : कन्नियाँ प्रायः भिन्न-भिन्न आकार की होती है। इनका मुख्य कार्य साँचों की सतहों को मरम्मत या उन्हें चौरस करने में किया जाता है। (चित्र-4)



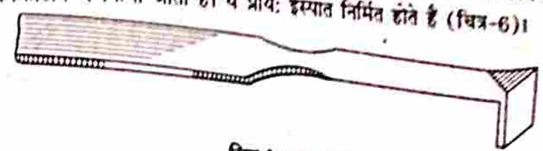
चित्र 4 : कन्नियाँ

(v) थापियाँ (Rammers) : थापियों की सहायता से रेतों को ढ़लाई बॉक्सों में कूट-कूट कर दाब डालकर भरने के लिए किया जाता है। थापियाँ प्रायः तीन प्रकार की होती है चपटी, शंक्वाकार, एवं सम्मिलित चपटी एवं शंक्वाकार थापी (चित्र 5)।



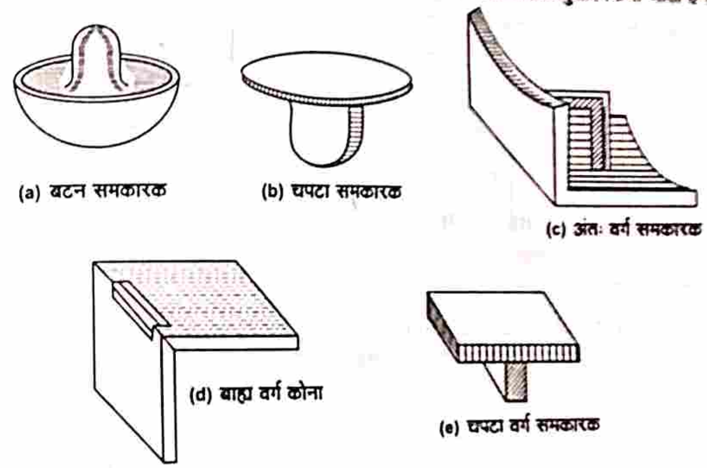
चित्र 5 : थपियाँ

(vi) उत्थापक या लिफ्टर (Lifter) : उत्थापकों का प्रयोग कर अन्दर के गहरे स्थानों को चिकना करने एवं अतिरिक्त रेत की मात्रा को बाहर निकालने में किया जाता है। ये प्रायः इस्पात निर्मित होते है (चित्र-6)।



चित्र 6 : उत्थापक

(vii) समकर (Smoother) : समकरों का प्रयोग कर साँचों के कोनों, दरारे, सतहों इत्यादि को चिकना करने के लिए किया जाता है जो कि विभिन्न-विभिन्न आकृतियों के होते हैं। जिनका चयन आवश्यकतानुसार किया जाता है (चित्र-7)।



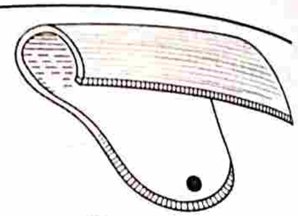
चित्र 7 : समकर

(viii) चम्मचें (Spoons) : चम्मचों का एक सिरा कटोरीनुमा होता है। इनकी सहायता से जल भरकर साँचों के अंदर डाला या छिड़का जाता है ताकि चिकनी सतह प्राप्त हो (चित्र-8)।

चित्र 8 : चम्मच

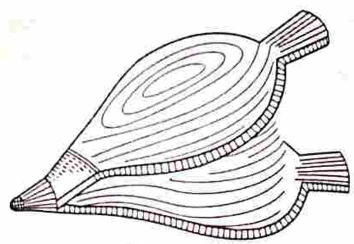
(ix) जकड़ प्रकील (Draw Spike) : जकड़ प्रकील इस्पात निर्मित नुकीली छड़ या तार की तरह की आकृति होती है। इसके एक सिरे पर एक लूप बना रहता है जिसकी सहायता से प्रतिरूपो को ठोककर या हिला डुलाकर साँचों से पृथक करने के लिए किया जाता है।

(x) **द्वार कर्तक (Gate Cutter)** : द्वार कर्तकों की सहायता से गलित धातु को साँचे तक पहुँचाने हेतु नालियाँ एवं द्वारों को निर्माण किया जाता है। यह मुड़ा हुआ लोहे की चादर का टुकड़ा होता है (चित्र-9)।



चित्र 9 : द्वार कर्तक

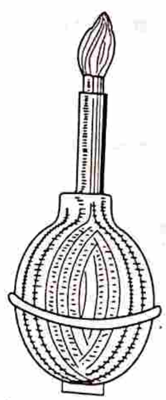
(xi) **धौंकनी (Bellow)** : इसका उपयोग साँचों में उपस्थित रेतों के अतिरिक्त कणों को फूँक मारकर बाहर निकालने में किया जाता है। यह लौह की बनी होती है। अधिक उत्पादन वाले क्षेत्रों में धौकनी की जगह संपीड़ित वायु के जैटों का प्रयोग किया जाता है (चित्र-10)।



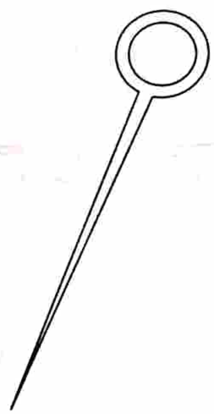
चित्र 10 : धौंकनी

(xii) **जल कुन्द या वाटर बल्व (Water Bulb)** : जल कुन्द में एक सिरे पर रबर का एक बल्व होता है जिसमें पानी भरा रहता है एवं दूसरे सिरे पर मुलायम बालों का एक ब्रुश लगा रहता है। इसका उपयोग जल की कम मात्रा साँचों में छिड़कने के लिए होता है (चित्र-11)।

(xiii) **निकास या छिद्रक तार (Venting Wire)** : जब गलित धातुओं को साँचों में उड़ेला जाता है तो उसमें कुछ गैसें उत्पन्न हो जाती है इसकी सहायता से यह गैसें बाहर की जा सकती है। इसके लिये साँचों में छोटे-छोटे छिद्रों का निर्माण कर दिया जाता है।



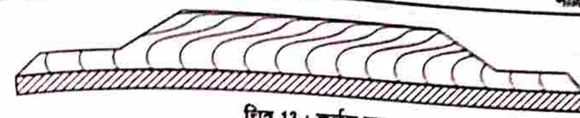
चित्र 11 : जल कुन्दक या वाटर वाल्व



चित्र 12 : नाली पिन

(xiv) **नाली पिन (Sprue Pin)** : नाली पिन लकड़ी निर्मित टेपरित खूँटी की तरह होती है इसके द्वारा गलित धातु को बहाने हेतु कोप में खडी दिशा में नाली बनाने में होता है (चित्र-12)।

(xv) **कर्तक छड़ (Strike off Bar)** : कर्तक छड़ लकड़ी का लंबा व सीधे कोर वाला दंड होता है। इसके द्वारा बक्से में शेष अतिरिक्त रेत को खुरचकर ढलाई घेरे के तल में लाया जाता है (चित्र-13)।

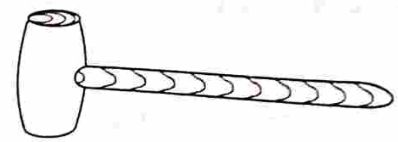


चित्र 13 : कर्तक छड़

(xvi) **ब्रुश (Brushes)** : इसका उपयोग साँचों की सतहों पर पेन्ट करने के लिए होता है। सतहों पर चारकोल को पेन्ट करते हैं। ब्रुश मुलायम बालों का एक गुच्छे द्वारा निर्मित होता है। जिसकी आकृति कूँची की तरह होती है (चित्र-14)।

चित्र 14 : ब्रुश

(xvii) **मुँगरी (Mallet)** : इसकी सहायता से प्रतिरूपों को टोंककर साँचो को ढीला या लूज किया जाता है (चित्र-15)।



चित्र 15 : मुँगरी

3.3 ढलाई विधियाँ (Moulding Techniques)

ढलाई का निर्माण हाथों एवं मशीनों दोनों के द्वारा किया जा सकता है। ये विधियाँ निम्नवत् है—

(i) **हस्त ढलाई (Hand Moulding)** : हस्त ढलाई प्रक्रिया में साँचों का निर्माण बालू को ढलाई बॉक्सों में भर कर किया जाता है। प्रतिरूपों में बालू को दबा-दबाकर भरते हैं एवं ठोस होने पर प्रतिरूपों को सावधानीपूर्वक अलग कर लिया जाता है।

(ii) **मशीन ढलाई (Machine Moulding)** : इस प्रक्रिया में साँचों का निर्माण ढलाई मशीनों की सहायता से करते हैं। ढलाई बक्सों में बालू भरना, कुटाई, इत्यादि सभी कार्यों को मशीन की मदद से पूरा किया जाता है।

3.4 मोल्डिंग प्रक्रमों का वर्गीकरण (Classification of Moulding Process)

मोल्डिंग प्रक्रमों को निम्न दो तथ्यों पर वर्गीकृत किया जा सकता है—

(i) मोल्ड तैयार करने की विधिनुसार (According to the method of Prepration of Mould)

(ii) मोल्ड में प्रयुक्त की जाने वाली बालू के अनुसार (According to the sand used in Mould)

13.4.1 मोल्ड तैयार करने की विधिनुसार (According to the method of prepration of Mould)—मोल्ड तैयार करने की विधिनुसार मोल्डिंग प्रक्रमों को निम्न दो भागों में बाँटा जा सकता है:—

(i) **हस्त मोल्डिंग** (Hand Moulding) : इस प्रकार के मोल्डिंग प्रक्रमों में किसी भी प्रकार की मशीनों का प्रयोग नहीं किया जाता है। इस प्रकार के मोल्डों का मूलत: हाथों द्वारा ही तैयार किया जाता है। इस विधिनुसार मोल्डिंग निम्न तरीकों को हो सकती है—

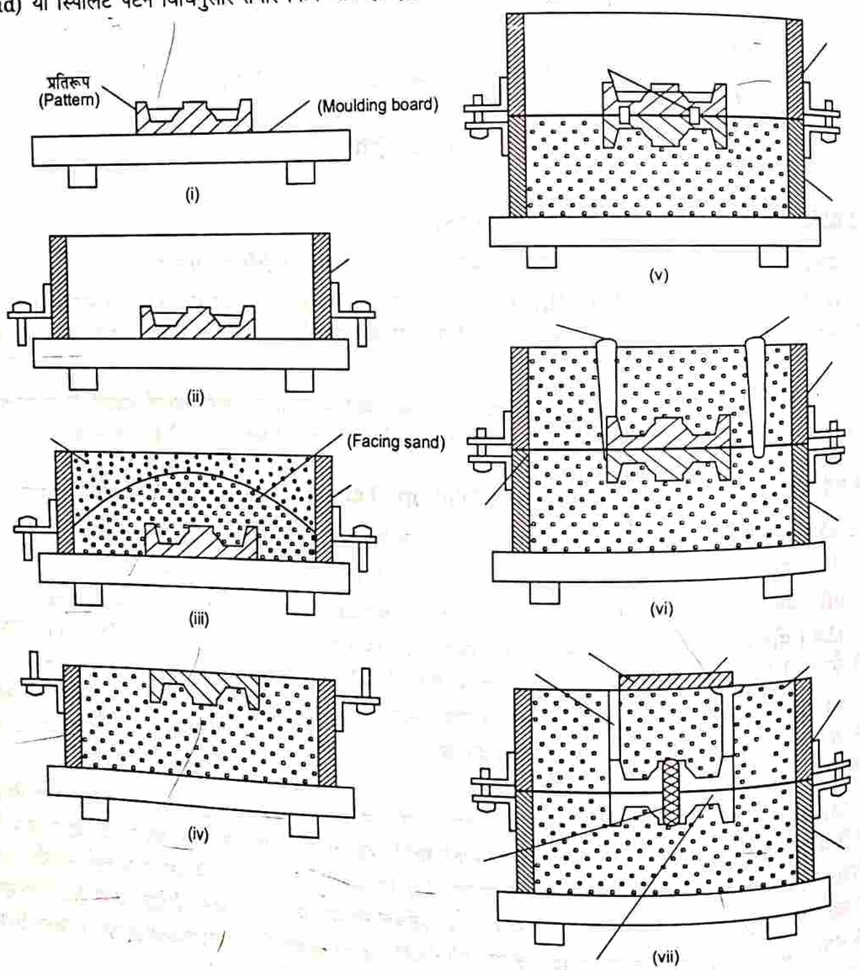
(a) **फ्लोर मोल्डिंग** (Floor Moulding) : इस प्रक्रम में मोल्डिंग सैण्डों की सहायता से फर्श में खुले हुए मोल्ड तैयार किये जाते हैं। इसमें कोर इत्यादि का भी प्रयोग किया जाता है। मोल्डिंग सैण्ड में ही पैटर्न दबाकर मोल्ड तैयार किये जाते है। पिघली धातु को सीधे ही मोल्ड में डाला जाता है। मोल्ड की ऊपरी सतहें प्राय: खुली रहती है जिसकी वजह से उसकी ऊपरी सतह भद्दी एवं असमान दिखायी पड़ती है। फ्लोर मोल्डिंग को अधिक परिष्कृत करने हेतु, फ्लोर में मोल्ड तैयार होने के पश्चात् उसके ऊपर एक मोल्डिंग बॉक्स को कोप की तरह ढक देते हैं। गैसों के रिसाव हेतु पोरिंग कप, राइजर इत्यादि का प्रयोग किया

जाता है। यह एक किफायती तरीका है। फ्लोर मोल्डिंग की सहायता से बड़ी कास्टिंग सरलतापूर्वक तैयार की जा सकती है। इस विधि का प्रयोग कर कास्ट ऑयरन बॉट, मेन होलों के ढक्कन, नालियों के ढक्कन, कास्ट प्लेटें इत्यादि तैयार की जाती है।

(b) बेन्च मोल्डिंग (Bench Moulding)

इस विधि में मोल्डिंग सैण्ड को मोल्डिंग बॉक्सों में भरकर पैटनों की सहायता से मोल्ड तैयार किया जाता है। इस विधि द्वारा प्राय: छोटी ढलाइयाँ तैयार की जाती है। मोल्डिंग बॉक्सों का प्रयोग आवश्यकता के आधार पर किया जाता है। मोल्डिंग बॉक्सों के आधार पर इसे निम्न तीन भागों में बाँटा जा सकता है—

(1) दो बॉक्सों द्वारा मोल्डिंग (Two Box Moulding) : इस विधि में मोल्डों का निर्माण करने हेतु दो मोल्डिंग बॉक्सों का प्रयोग करते हैं। दोनों बॉक्स एक दूसरे के ऊपर रखे जाते हैं। निचले बॉक्स को ड्रैग (Drag) एवं ऊपरी बॉक्स को कोप (Cope) कहा जाता है। दोनों बॉक्सों को क्लैम्पों की सहायता से संरेखित रखा जाता है। दो बॉक्सों द्वारा मोल्डिंग ठोस (Solid) या स्प्लिट पैटर्न विधिनुसार तैयार किये जाते हैं। इस विधि के निम्न मुख्य चरण होते हैं—



चि. 16 : दो बक्सों में ढलाई की विधि

(i) सर्वप्रथम बोर्डों पर पैटर्न का चपटा भाग रखा जाता है।

(ii) ड्रैग को इस प्रकार रखते हैं कि पैटर्न बोर्ड के लगभग मध्य में रहे।

(iii) पैटर्न में चारों तरफ फेसिंग बालू (Facing Sand) डाला जाता है। इसके पश्चात् बैकिंग सैण्ड या ग्रीन सैण्ड डाल बॉक्स को भर दिया जाता है इसके बाद इसे दबा दिया जाता है। ऊपरी सतहों पर व्यर्थ पड़ी बालू हटा सतहों को समतल कर देते हैं।

(iv) फिर ड्रैग को उलटकर सीधा कर दिया जाता है।

(v) पैटर्न का शेष भाग ड्रैग में फँसे पैटर्न के भागों से जोड़ दिया जाता है इसके लिए डॉवेल (Dowel) पिन का प्रयोग करते हैं।

(vi) राइजर एवं स्प्रू (Sprue) को उचित स्थानों पर रखकर पार्टिंग सैण्ड को ड्रैग की सतहों पर छिड़का जाता है।

(vii) इसके पश्चात् पूर्व की तरह पैटर्न की चारों तरफ फेसिंग बालू (Facing Sand) डालते हैं। फिर ग्रीन सैण्ड डालकर, बालू को दबाकर सतहों को समतल कर लिया जाता है।

(viii) फिर स्प्रू पिनों एवं राइजर पिनों को बाहर निकाल दिया जाता है। यदि स्प्रू के मुख को छीलकर पिघली धातु डालने हेतु कटोरे की तरह की आकृति बनायी जाती है। इसे पोरिंग कप (Pouring Cup) कहा जाता है।

(ix) फिर कोप को ड्रैग के ऊपर से सावधानीपूर्वक उल्टा कर रख दिया जाता है। दोनों बॉक्सों से पैटर्न को कंपन देकर ड्रा स्पाइकस (Draw Spikes) की मदद से सावधानीपूर्वक अलग कर दिया जाता है।

(x) स्प्रू से मोल्ड तक पिघली धातु पहुँचाने हेतु गेट बनाया जाता है।

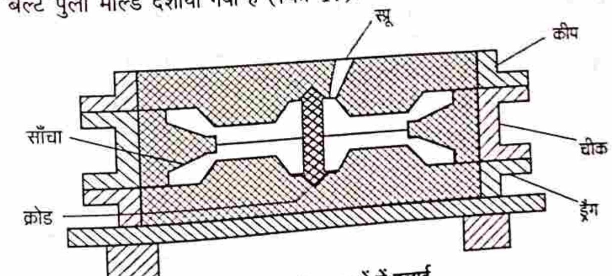
(xi) मोल्ड में शेष बालू के कणों को बाहर कर मोल्ड कोट (Mould coat) की कोटिंग कर दी जाती है।

(xii) कोर की सीट पूर्व में तैयार कोर में उचित स्थान पर स्थापित कर दी जाती है।

(xiii) कोप को ड्रैग के ऊपर पूर्व की भाँति रख देते हैं।

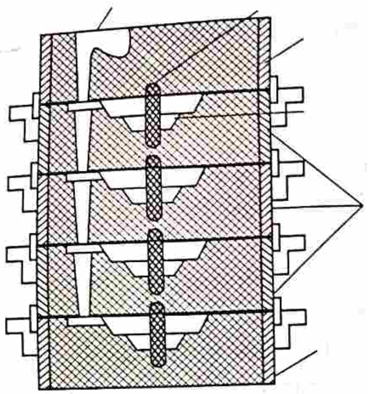
(xiv) कोप के ऊपर कुछ भार रख दिया जाता है ताकि मोल्ड फूलने न पाये।

(2) तीन बॉक्स मोल्डिंग (Three Box Moulding) : इस प्रक्रम में कोप एवं ड्रैग (Drag) के मध्य एक तीसरा बॉक्स लगाया जाता है बाकी दो पूर्व की भाँति रहते हैं। अतिरिक्त बॉक्स को चीक (Cheek) कहा जाता है। इस विधि द्वारा फ्लेंजयुक्त ढलाइयों का निर्माण किया जाता है। इस प्रक्रम में ड्राई सैण्ड कोर की सहायता से फ्लैंज का भाग निर्मित किया जाता है। चित्र में एक V बैल्ट पुली मोल्ड दर्शाया गया है (चित्र-17)।



चित्र 17 : तीन बक्सों में ढलाई

(3) स्टैक मोल्डिंग (Stack Moulding) : स्टैक कास्टिंग विधि के द्वारा छोटी ढाइयों का निर्माण किया जाता है। मोल्ड बॉक्सों को तरा के ऊपर रखा जाता है। निचला बॉक्स ड्रैग की तरह कार्य करता है। सर्वोपरी बॉक्स कोप की तरह कार्य करता है। पिघली धातु ऊपर से नीचे की तरफ डाली जाती है। बीच के बॉक्स कोप एवं ड्रैग दोनों की भाँति ही कार्य करते हैं। पिघली धातु को मोल्ड में डालने के लिए एक संयुक्त मार्ग का निर्माण सभी बॉक्सों के भीतर कर दिया जाता है (चित्र-18)।

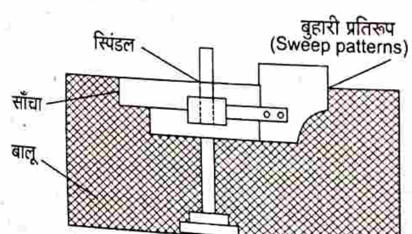


चित्र 18 : स्टैक ढलाई

(c) पिट कास्टिंग (Pit Moulding) : इस विधि का प्रयोग बड़ी ढलाइयों के निर्माण में किया जाता है। इस विधि में सर्वप्रथम जमीन में एक गड्ढे को खोदकर उसकी दीवारों पर सीमेन्ट कन्क्रीट का ठोस बना दिया जाता है। गड्ढे के तल में चारकोल या कोक भर दिया जाता है। पैटर्न को गड्ढे में लटकाकर चारों तरफ से बालू को रैम किया जाता है। पैटर्न निकालने से पूर्व कोप का निर्माण कर लिया जाता है। एक मोल्ड के निर्माण में कई दिन लग जाते हैं। कोप को बोल्ट की सहायता से पिट के ऊपर कस दिया जाता है। ताकि पिघली धातु बाहर ना आ सके। फिर ढलाइयों को धीरे धीरे ठण्डा किया जाता है जिससे कि उसमें ऐंठन, या आंतरिक प्रतिबल (Internal Stresses) उत्पन्न न हो।

(d) प्लेट मोल्डिंग (Plate Moulding) : इस विधि में पैटर्न का निर्माण दो भागों में किया जाता है दोनों भागों को प्लेटों की सहायता से संरेखित (Alligned) कर कस दिया जाता है। छोटी कास्टिंग होने की दशा में एक से अधिक पैटर्न भी इसी तरह से कसे जाते हैं। प्लेट को कोप व ड्रैग के मध्य स्थापित कर बालू भर दी जाती है। प्लेट का एक भाग ड्रैग कोप में एवं दूसरा ड्रैग में मोल्ड का निर्माण करता है। कोप हटाकर प्लेट को बाहर निकाल लिया जाता है एवं कोप को पुन: ऊपर रखने पर मोल्ड का निर्माण हो जाता है।

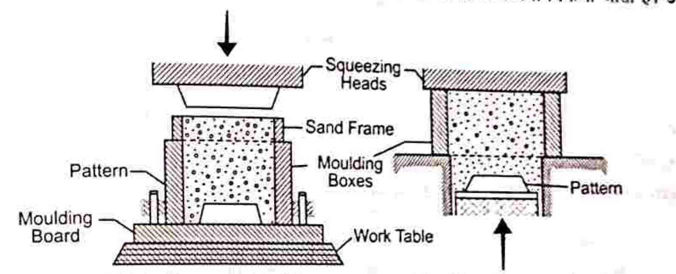
(e) स्वीप मोल्डिंग (Sweep Moulding) : इस विधि के द्वारा बडी ढलाई का निर्माण किया जाता है। इस विधि के प्रयोग से स्वीप पैटर्न के द्वारा मोल्ड बनाये जाते हैं। इस प्रक्रम में एक विशेष प्रोफाइल के प्लेन को किसी अक्ष के विरुद्ध घुमाकर प्राप्त कर लिया जाता है। मोल्ड के निर्माण हेतु फर्श पर एक पिट बना लिया जाता है। अत्यधिक गहराई होने पर ईंटों का भी प्रयोग किया जाता है। ईंटों पर लोम बालू की परत भी चढ़ा देते हैं। इसके पश्चात् केन्द्रीय स्तंभ पर स्वीप पैटर्न फँसा दिया जाता है। इसी की सहायता से मोल्ड का साइज एवं आकार निर्धारित किया जाता है। सतहों को अधिक परिष्कृत करने हेतु उस पर मोल्ड कोर लगाते हैं (चित्र-19)।



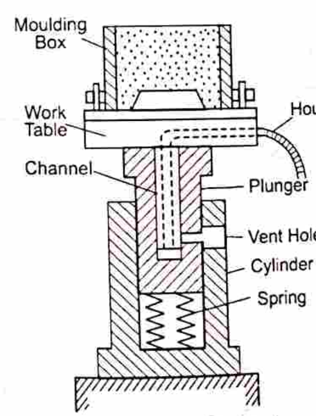
चित्र 19 : बुहारी ढलाई या स्वीप ढलाई

(2) मशीन मोल्डिंग (Machine Moulding) : (चित्र 20) इस विधि का वर्णन पूर्व में किया जा चुका है। मशीनें प्राय: दो प्रकार की होती हैं एक हस्तचलित दूसरी पावर चलित हाथ द्वारा चलाये जाने वाली मशीनों में एक या एक से अधिक कार्य किये जा सकते हैं। जैसे कि रैमिंग, पैटर्न को मोल्ड से बाहर निकालना, मोल्ड को ठल्टना इत्यादि।

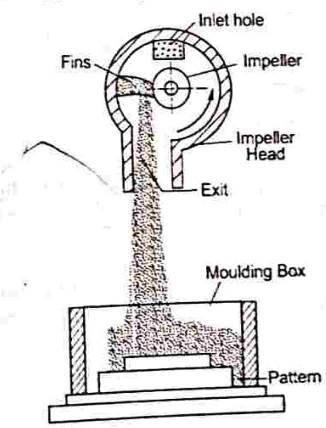
पावर चलित मशीनों का चालन मोटरों की सहायता से किया जाता है। जैसे स्कयूज मशीन (Squeeze Machine), जोल्ट मशीन (Jolt Machine), जोल्ट स्कयूज मशीन (Jolt Squeeze Machine), स्लिंजिंग मशीन (Slinging Machine) ब्लो स्कयूज मशीन (Blow Squeeze Machine), उच्च दाब युक्त मोल्डिंग मशीन (High Pressure Moulding Machine), प्रतिरूपों को निकालने वाली मशीन (Pattern Drawing Machine) इत्यादि। मशीन मोल्डिंग में होने वाले दोषों से बचाव हेतु सिंथैटिक मोल्ड सैण्ड को बैन्टोनाइट बाइंडर में मिलाकर प्रयोग किया जाता है। उच्चदाब युक्त



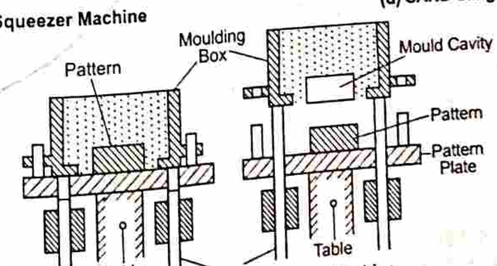
(a) Top Squeezer Machine (b) Bottom Squeezer Machine



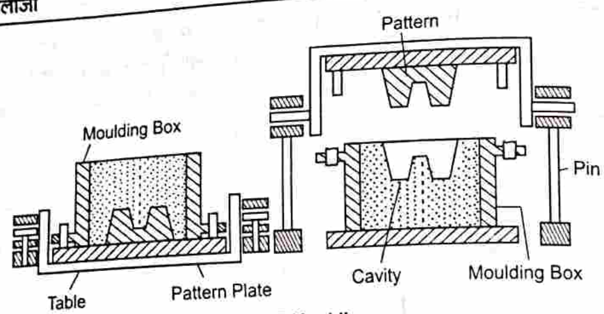
(c) Joint Squeezer Machine



(d) SAND Slinger



(e) Straight Pattern Drawing Machine



(f) Moulding

चित्र 20

मशीन द्वारा प्राप्त कास्टिंग पूर्णतय: समतल एवं परिष्कृत होती है। बालू को उच्च दाब पर दबाने से उसकी पारगम्यता कम हो जाती है जिस कारण उसमें ब्लो होल इत्यादि दोष नहीं आते हैं।

(ii) हस्त चलित मशीन मोल्ड एवं पावर चलित मशीन मोल्ड में अंतर—

हस्त चलित मशीन मोल्ड	पावर या मशीन मोल्ड
1. यह मोल्ड अधिक कीमती होते हैं।	मोल्ड किफायती होते हैं।
2. मोल्ड असमान बनते हैं।	मोल्ड समान बनते हैं।
3. बड़े मोल्डों का निर्माण किया जाता है।	इससे छोटे मोल्ड बनाये जाते हैं।
4. जटिल मोल्ड बनाने हेतु प्रयुक्त होती है।	अधिक जटिल मोल्ड नहीं बन पाते हैं।
5. उत्पादन दर कम होती है।	उत्पादन दर अधिक होती है।

(iii) ढलाई हेतु प्रयुक्त बालू के अनुसार (According to the Sand Used in Moulding) : इस प्रकार का वर्गीकरण प्रयुक्त किये जाने वाले बालू के अव्यवों, एवं उनमें उपस्थित नमी की मात्रानुसार किया जाता है। जोकि निम्नवत् हैं—

(1) आर्द्र बालू मोल्डिंग (Green Sand Moulding) : यदि मोल्ड बनाने के लिए आर्द्र बालू का प्रयोग किया जाता है। पिघली धातु भी मोल्ड में पलटने पर भी आर्द्र रहती है। तब इस प्रकार की मोल्डिंग आर्द्र बालू मोल्डिंग कहलाती है। अधिकतर मोल्डिंग इस प्रकार के बालू से ही की जाती है। इनके कुछ लाभ हैं—

(i) इनमें अधिक लचीलापन होता है।
(ii) यह एक सस्ती प्रक्रिया है।
(ii) बॉक्स परस्पर अच्छी तरह से जुड़ जाते हैं।
(iv) इस विधि द्वारा हर आकार एवं साइज की मोल्डिंग सरलतापूर्वक की जा सकती है।
(v) प्रयुक्त बालू को एक से अधिक बार प्रयोग किया जा सकता है।

(2) शुष्क बालू मोल्डिंग (Dry Sand Moulding) : इस प्रकार की मोल्डिंग में ऐसे बालू का प्रयोग करते है जो कि शुष्क (Dry) अवस्था में सामर्थ्य रखते हैं। शुष्क बालू के मुख्य घटक कोर सिलिका सैण्ड 50% फाइन सिलिका सैण्ड 40% बालक्ले 6% बेनेटोनाइट 3% एवं डेक्सट्रीन 0.5% तक होते हैं। इनके द्वारा मोल्ड भी आर्द्र सैण्ड मोल्डिंग की तरह ही निर्मित किये जाते हैं। इसके बाद इन्हें ओवन में रखकर 200-400°C तक गर्म किया जाता है। जिससे की मोल्ड की समस्त नमी बाहर आ जाती है। यह एक महँगी प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया में कुछ विशेष बाइंडरों का प्रयोग किया जाता है। इनका उपयोग करके बड़े आकार के ढलजों का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है। इसके निम्न लाभ हैं—

(i) यह मोल्ड अधिक सामर्थ्य वाले होते हैं।
(ii) इन्हें सरलतापूर्वक हैन्डिल किया जा सकता है।
(iii) इनके द्वारा उच्च परिष्कृत कास्टिंग प्राप्त होती है।
(iv) दाब डालने पर मोल्ड की विमाओं में अधिक परिवर्तन नहीं होते हैं।
(v) इनका बैच टाइम अधिक होता है।
(vi) इनमें कम पारगम्यता वाले बालू का भी प्रयोग कर सकते हैं।
(vii) इनमें पिन होल, ब्लो होल जैसे दोष नहीं आते हैं।
(viii) इनके द्वारा पतले सैक्शन सरलतापूर्वक ढाले जा सकते हैं।

(3) हवा द्वारा सुखाये मोल्ड (Airdried Moulds) : इस प्रकार के मोल्डों को सुखाने हेतु वायुमण्डलीय हवा का प्रयोग किया जाता है। ग्रीन सैण्ड द्वारा तैयार मोल्ड को कुछ दिनों तक हवा में सुखाया जाता है। जिससे की उसकी ऊपरी सतह से पानी वाष्पीकृत हो जाता है।

(4) लोम सैण्ड मोल्डिंग (Loam Sand Moulding) : इस विधि में संरंध्रों ईंटों का प्रयोग किया जाता है। जिन्हे परस्पर जोड़ने हेतु लोम गारे (Loam Mortar) का प्रयोग करते हैं। खाके ऊपर 6-10mm तक की लोम गारे की परतें चढ़ाकर फिनिशिंग बोर्ड का प्रयोग कर फिनिश कर दिया जाता है। इस विधि में कुशल श्रमिकों की जरूरत होती है। इसके द्वारा वृत्ताकार, बेलनाकार ढाईयों का निर्माण सरलतापूर्वक किया जाता है। इस विधि में पैटर्न की जरूरत नहीं होती है।

(5) स्किन ड्राइड मोल्डिंग (Skin Dried Moulding) : स्किन ड्राइड मोल्डिंग दोनों ड्राईसैण्ड एवं शुष्क सैण्ड मोल्डिंग दोनों के ही दोषों को दूर कर देता है। इस मोल्ड की सतहों को लगभग 25mm तक की गहराई तक गैस टार्च द्वारा सुखा दिया जाता है। इस प्रकार के मोल्ड की सामर्थ्य अधिक होती है एवं इनमें पिन होल इत्यादि दोष भी नहीं उत्पन्न होते हैं। इनकी कठोरता बढ़ाने हेतु कभी-कभी मोल्ड की सतह पर बाइन्डर मिला पानी भी स्प्रे कर दिया जाता है। इसके बाद इसे सुखाया जाता है। सुखने के तत्पश्चात् ही इनकी कास्टिंग की जाती है ताकि गीले भाग की आर्द्रता शुष्क भाग में ना आये।

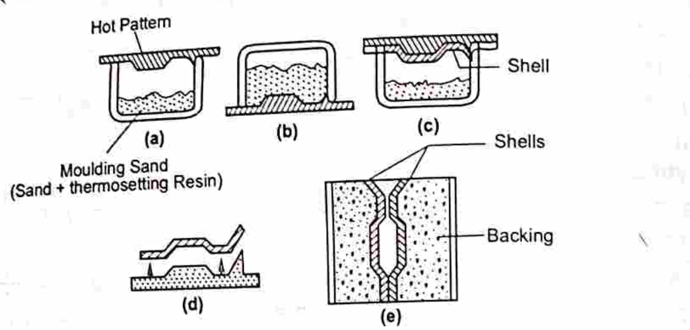
(6) सीमेन्ट सैण्ड मोल्डिंग (Cement Sand Moulding) : इसका प्राचीन नाम रैन्डुपशन प्रोसेस (Randupson Process) है। यह विधि प्राचीन समय से प्रचलित है। इसमें सिलिकन सैण्ड की 6-10% मात्रा में सीमेन्ट मिलाकर पानी घोलकर गारा (Mortar) तैयार किया जाता है। जिसका प्रयोग मोल्ड तैयार करने में किया जाता है। इस मोल्ड की सामर्थ्य सर्वाधिक होती है। पैटर्न को गीली अवस्था में ही मोल्ड से बाहर निकालकर सेट होने के लिए छोड़ दिया जाता है। परन्तु इनका प्रयोग सीमित होता है। इनकी ताप सहन क्षमता कम होती है जिस कारण इन्हें उच्च तापों वाली ढाईया में प्रयोग नहीं किया जाता है। इस प्रक्रम के निम्न लाभ हैं—

(I) मोल्ड की शुष्क सामर्थ्य (Dry strength) अधिक होती है।
(ii) इसकी पारगम्यता अधिक होती है।
(iii) मोल्ड का आकार सही परिमाण में होता है।
(iv) इनकी सतह साफ एवं परिष्कृत होती है।
(v) इस बालू में पानी मिलाकर पुनः प्रयोग में लाया जा सकता है।

(7) शैल मोल्डिंग प्रोसेस (Shell Moulding Process) : (चित्र-21) शैल मोल्डिंग प्रक्रम की क्रिया विधि नीचे दिये गये चित्र में दर्शायी गयी है। इस प्रक्रिया में आर्गेनिक बाइंडरों का प्रयोग किया जाता है जिस कारण इसकी कीमत बढ़ जाती है। इनमें सिलिका सैण्ड एवं थर्मोसेटिंग रेजिन मिलाकर मोल्ड एवं कोरों शेल का निर्माण किया जाता है। इसके लिए पूर्व गर्म किये गये पैटर्न पर रेजिन युक्त सैण्ड छिड़का जाता है। पैटर्न पर पहले द्रव पार्टिंग एजेंट छिड़का जाता है। जोकि गर्म होने के पश्चात् एक शैल का निर्माण करता है। शैलों का निर्माण प्राय: दो भागों को जोड़कर कोर लगाकर कास्टिंग की जाती है। इनके लाभ निम्न हैं—

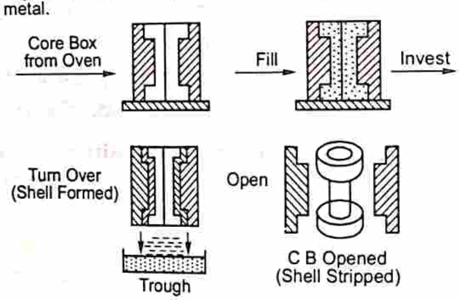
(i) इसके द्वारा लगभग 0·002 mm/cm तक की टोलरेन्स की कास्टिंग तैयार की जाती है।

(ii) इसके द्वारा उच्च परिष्कृत सतह प्राप्त होती है।
(iii) इसमें सैण्ड कास्टिंग से कम ताप पर कास्टिंग की जाती है।
(iv) कम मोटाई की कास्टिंग भी तैयार की जा सकती है।



(a) Shell Moulding Process

(a) Sand resin mix in a box (b) Sand-resin mix dumped over a heated pattern
(c) Sheel formed over the pattern (d) Shell stripped from the pattern
(e) Two sheels joined together to form a complete mould and supported in backing material before powering molten metal.



(b) Preparation of Shell Core

चित्र 21 : शैल मोल्डिंग प्रोसेस

(8) सोडियम सिलिकेट मोल्डिंग (Sodium Silicate Moulding) : इस प्रक्रम में सिलिका बालू के साथ द्रव बाइन्डर (सोडियम सिलिकेट) का प्रयोग कर मोल्ड तैयार किये जाते हैं। मोल्ड बनाने के बाद CO_2 पास करने हेतु मोल्ड में जगह-जगह पर छेद बनाये जाते हैं। यह सोडियम सिलिकेट से क्रिया कर सिलिका जैल ($SiO_2 \times H_2O$) का निर्माण करता है। जिस कारण मोल्ड की सामर्थ्य बढ़ जाती है। मोल्ड की संरंध्रता बढ़ाने हेतु लकड़ी का बुरादा या कोल डस्ट को मोल्डिंग बालू में मिलाया जाता है। इनके निम्न लाभ है—

(i) इनके द्वारा निर्मित मोल्ड एवं कोर सामर्थ्यवान होते हैं।
(ii) इसके द्वारा निर्मित मोल्ड एवं कोर को पकाने की जरूरत नहीं होती।
(iii) सतह परिष्कृत होती है।
(iv) इनका साइज प्रमाणिक होता है।
(v) इनमें इरोजन की संभावना कम होती है।
(vi) इनका सैण्ड इन्कलूजन कम हो जाता है।

(vii) बालू की प्रवाह क्षमता अधिक होती है इसलिए इसे अधिक दबाने की जरूरत नहीं पड़ती है।
(viii) गर्म धातु या पिघली धातु डालने पर गैस कम होती है।
(ix) पैटर्न को आसानी से निकाला जा सकता है।
(x) इन पैटर्न की सामर्थ्य अधिक होती है।

इन सभी लाभो के अलावा इनकी कुछ हानियाँ भी हैं। जैसे कास्टिंग से बालू का छुड़ाना मुश्किल काम है, मोल्डिंग बालू को पुन: प्रयोग के लिए उपयोगी बनाना महँगा एवं इनमें CO_2 या अन्य हार्डनिंग एजेण्ट मिलाने की जरूरत पड़ती है जिससे इसकी लागत बढ़ जाती है।

3.5 ढलाई बालू (Moulding Sand)

ढलाई बालू का चयन एवं उसको तैयार करना ढलाईशाला के दो प्रारंभिक चरण है। ढलाई बालू एक प्रकार का कच्चा पदार्थ (Raw Material) होता है। किसी भी ढलाई की कल्पना बिना ढलाई बालू के अधूरी रह जाती है। ढलाई बालू के निम्न गुण ही उसे ढलाई प्रक्रमों के लिए उपयुक्त बनाते हैं।

(i) दुर्गलनीयता (Refractoriness) : पदार्थ का वह गुण जिसके कारण वह बिना पिघले उच्च ताप सहन करने में समर्थ होते हैं वह पदार्थो की दुर्गलनीयता कहलाता है। ढलाई बालू में यह गुण सिलिका रेत (SIO_2) के कारण पाया जाता है जो कि उनका मुख्य घटक होता है।

(ii) सुघट्यता (Plasticity) : पदार्थो का वह गुण जिसके कारण वह एक समान आकार में बने रहते हैं, सुघट्यता कहलाता है। ढलाई बालू में सुघट्यता होने के कारण ही उससे प्रतिरूपों को खींचकर निकालकर ठीक उसी तरह का साँचा बना रहता है।

(iii) आसंजकता (Adhesiveness) : बालू में इस गुण के उपस्थित होने के कारण ही बालू की पकड़ मजबूत बनती है। जिस कारण बालू से भरे ढलाई बॉक्सो को जब फर्श की सतह से ऊपर उठाते हैं तो बालू नहीं गिरती है।

(iv) संसजकता (Cohesiveness) : पदार्थों का वह गुण जिस कारण उसके कण परस्पर जुड़े रहते हैं वह ससंजकता कहलाता है। इसी कारण जब पिघली धातु साँचों में डाली जाती है, तब प्रवाह के कारण बालू के बहने या साँचों के टूटने की संभावना कम हो जाती है। बालूओं की सामर्थ्य भी इसी गुण पर निर्भर करती है। यह दो प्रकार की होती है—

(i) आर्द्र अवस्था वाली बालू की सामर्थ्य
(ii) शुष्क अवस्था वाली बालू

(v) संरंध्रता या पारगम्यता (Porosity or Permeability) : यह वह गुण होता है जिस कारण वायु या अन्य गैसों का प्रवाह ढलाई बालू के कणों से बाहर की तरफ हो जाता है। जिस कारण जब कोई पिघली धातु साँचों में डाली जाती है तो उत्पन्न गैसें बालू से गुजर कर बाहर निकल जाती है। यह गुण नये व मोटे कण वाले बालुओं में सर्वाधिक पाया जाता है।

(vi) अन्य विविध गुण (Miscllaneous Properties) : उपरोक्त वर्णित गुणों के अतिरिक्त ढलाई बालू में निम्न कुछ अन्य गुण भी होने नितांत आवश्यक है—

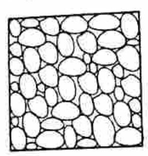
(1) बालू की सुगमता एवं उपलब्धता।
(2) बालू का सस्ता होना।
(3) कम प्रसार गुणांक (Coefficient of Expansion) होना चाहिए।
(4) बालू में एक से अधिक बार प्रयोग में ला सकने का गुण।
(5) बालू ढलाइयों की पृष्ठ से चिपकना नहीं चाहिये।
(6) पिघली धातु के साथ रासायनिक क्रिया न करें।

3.6 ढलाई बालू के मुख्य अवयव (Main Ingredients of Moulding Sand)

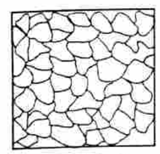
ढलाई बालू में निम्न मुख्य अवयव होने चाहिये सिलिका रेत (Silica Sand), क्ले (Clay), एवं नमी (Moisture) इत्यादि। इन गुणों का वर्णन नीचे किया गया है—

(1) सिलिका रेत (Silica Sand) : यह ढलाई बालू का मुख्य अवयव है। इस अवयव के कारण ही ढलाई बालू में उच्चताप सहने, रासायनिक प्रतिरोधकता, एवं संरंध्रता या पारगम्यता इत्यादि गुण उत्पन्न हो जाते हैं। सिलिका रेतों को उनके कणों के साइज व आकृति के कारण निम्न भागों में बाँटा जा सकता है।

(a) गोलाकार कण (Rounded Grains) : गोलाकार कणों वाली ढलाई बालू के कण गोल होते हैं। इनको दबाने पर भी परस्पर संपर्क कम ही होता है। इनकी सामर्थ्य कम होती है। परन्तु पारगम्यता अधिक होती है। (चित्र 2.22)



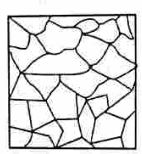
चित्र 22 : गोलाकार कण



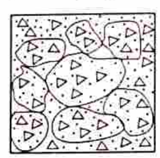
चित्र 23 : अर्धकोणीय कण

(b) अर्धकोणीय कण (Subangular Grains) : इस प्रकार के बालू में कण अर्धकोणीय होते हैं। इनकी पारगम्यता गोलाकार कणों से कम होती है परन्तु सामर्थ्य अधिक होती है। (चित्र-23)

(c) कोणीय कण (Angular Grains) : ये कण प्राय: तीखे कोरों वाले होते हैं। परन्तु सतह समतल होती है। इनकी पारगम्यता कम होती है। इनकी सामर्थ्य अर्धकोणीय की अपेक्षा अधिक होती है। (चित्र-24)



चित्र 24 : कोणीय कण



चित्र 25 : संयुक्त कण

(d) संयुक्त कण (Compounded Grains) : संयुक्त कणों में गोलाकार, अर्धकोणीय एवं कोणीय कण तीनो ही सम्मिलित होते हैं। छानने के पश्चात् यह कण अलग नहीं हो पाते हैं। इनका उपयोग ढलाई कार्यों में बहुत ही कम होता है। यह उच्च ताप पर टूट भी जाते हैं। (चित्र-25)

(2) क्ले (Clay) : क्ले ढलाई बालू को बंधन सामर्थ्य (Bonding Strength) प्रदान करती है। अत: साँचा बनाने पर वह टूटते नहीं है परन्तु क्ले की अधिक मात्रा से ढलाई बालू की संरंध्रता कम हो जाती है। क्ले में दो प्रकार के कण होते हैं। सूक्ष्म सिल्ट (Fineslit) एवं शुद्ध क्ले (Pure Clay)। सूक्ष्म सिल्ट इसमें अशुद्धि की तरह रहती है। जो उसकी बंधन सामर्थ्य का प्रभावित करती है।

(3) नमी (Moisture) : क्ले की बंधन क्षमता अप्रत्यक्ष रूप से नमी पर निर्भर करती है। क्ले में जल मिलाने पर उसमें एक सूक्ष्म-फिल्म (Microfilm) का निर्माण हो जाता है। अधिक मात्रा में जल मिलाने पर यह फिल्म और मोटी हो जाती है। परन्तु निश्चित सीमा के उपरान्त जल क्ले में तरल पदार्थ के रूप में ही रह जाता है। साँचों में बालू डालने के पश्चात् जब दबायी जाती है तब क्ले के कण रेत के कणो को परस्पर बाँधते हैं। क्ले में जलांश की मात्रा अधिक होने पर बालू की सामर्थ्य कम हो जाती है जोकि निर्मित साँचे को कमजोर बनाती है।

3.7 ढलाई बालू के योज्य पदार्थ (Additive Materials of Moulding Sands)

प्राकृतिक रूप में उपलब्ध बालू का प्रयोग कठिन होता है। जिसके कारण कृत्रिम बालू का प्रयोग किया जाता है। कृत्रिम बालू का निर्माण साधारण बालू में कुछ योजक पदार्थ मिलाकर किया जाता है। जिस कारण उनमें वांछित गुण प्राप्त हो जाते हैं। प्रमुख योजक पदार्थ निम्नलिखित हैं—

(i) कार्बनिक बंधक (Organic Binders) : इनका उपयोग करके कोर बालू का निर्माण किया जाता है। प्रमुख कार्बनिक बंधक सीरा (Molasses), डेक्सट्रीन (Dextrin), अलसी तेल (Linseed Oil), डामर (Pitch), रेजिन (Resin) इत्यादि होते हैं।

(ii) अकार्बनिक बंधक (Inorganic Binders) : इनका प्रयोग प्राय: ढलाई बालू में अधिक किया जाता है। प्रमुख अकार्बनिक बंधक सीमेंट, क्ले, सोडियम सिलिकेट इत्यादि हैं।

(iii) लकड़ी बुरादा (Wastage of Wood) : इसका प्रयोग कर ढलाई बालू की पारगम्यता में बढ़ोत्तरी की जा सकती है।

(iv) कोयले का चूरा (Coal Dust) : कोयले का चूर्ण ढलाई बालू को आक्सीकृत होने से बचाता है। यह ढलाई बालू में अपचयन पदार्थ की तरह उपस्थित रहता है। इसको मिलाने के कारण बालू की ससंजकता एवं सामर्थ्य दोनों ही कम हो जाती है। इसका प्रयोग फेसिंग सैण्ड या फलकन बालू (Facing Sand) में अधिक किया जाता है।

3.8 ढलाई बालू के प्रकार (Types of Moulding Sands)

ढलाई बालू मूल प्रवयवों के साथ कुछ योजक पदार्थ मिश्रित कर तैयार की जाती है। इनका निर्माण प्रयोजन आधारित होता है। ढलाई बालू प्राय: निम्न प्रकार की होती है—

(i) आर्द्र बालू (Green Sand) : जिस बालू में नमी की मात्रा अधिकांश में हो वह आर्द्र बालू या ग्रीन सैण्ड कहलाती है। इस प्रकार की बालू के मुख्य अवयव 6%-8% जल, 18%-30% क्ले, एवं शेष सिलिका रेत होते हैं। इस प्रकार की बालू द्वारा निर्मित साँचों का प्रयोग प्राय: छोटी एवं मध्यम ढलजों में किया जाता है। इस प्रकार की बालू में पिघली धातु आर्द्र अवस्था में उडेली जाती है।

(ii) शुष्क बालू (Dry Sand) : यदि आर्द्र बालू निर्मित साँचों को शुष्क कर दिया जाये तो उससे बनने वाले साँचे शुष्क बालू के साँचे कहे जाते हैं। इसके लिये आर्द साँचों को ओवन में डालकर शुष्क बनाया जाता है। इनका उपयोग 500kg से अधिक की ढलाइयों के लिए किया जाता है। ये साँचे ग्रीन सैण्ड या आर्द्र बालू से निर्मित साँचों से अधिक मजबूत एवं कठोर होते हैं।

(iii) फेसिंग सैण्ड या फलकन बालू (Facing Sand) : फेसिंग सैण्ड में प्राय: दो मूलभूत गुण होने चाहिए एक उच्च ताप सहनता दूसरा उच्च सामर्थ्य यह बालू साँचा तैयार करते समय प्रतिरूप के सीधे संपर्क में उड़ेली जाती है। इस प्रकार अधिकांश भाग साँचों की सतह पर रहती है। इसमें हर बार नयी बालू का प्रयोग किया जाता है पुरानी प्रयोग की गई बालू प्रयोग नहीं करते हैं।

(iv) लोम बालू (Loam Sand) : इस प्रकार की बालू में क्ले की मात्रा सर्वाधिक लगभग 50% तक होती है। इसकी सामर्थ्य सर्वाधिक होती है। इसका प्रयोग निम्न ग्लनांक वाली धातुओं से निर्मित ढलाइयों के निर्माण में किया जाता है। लोम बालू की पारगम्यता कम होती है।

(v) कोर सैण्ड (Core Sand) : इस प्रकार की बालू का निर्माण सिलिका, रेते, क्ले, शीरा, आटा आदि योज्य पदार्थ मिलाकर किया जाता है। इसका सबसे महत्वपूर्ण कार्य कोरों का निर्माण करना है। यदि योजक पदार्थ में तेल का प्रयोग किया जाये तो उससे निर्मित बालू तेल बालू कहलाती है। मुख्यत: इस कार्य हेतु अलसी तेल, रेजिन, हल्का खनिज तेल इत्यादि तेलों का प्रयोग किया जाता है।

(vi) पृथक्कारी बालू (Parting Sand) : इस बालू का प्रयोग आर्द्र बालू ढलाई प्रक्रम में किया जाता है इस बालू को ड्रैग (Drag) की सतह पर छिड़क देते हैं। जिसकी वजह से कोप ड्रैग से चिपकता नहीं है एवं ढलाई पूर्ण होने पर सरलतापूर्वक पृथक कर लिया जाता है। अधिकतर क्ले रहित शुद्ध सिलिका रेत को ही पृथक्कारी बालू कहा जाता है।

(vii) फर्श बालू या पश्चक बालू (Backing Sand or Floor Sand) : पश्चक बालू का रंग प्राय: काला होता है। यह एक से अधिक बार प्रयोग में लायी जा सकती है। इसका पुन: उपयोग करने से पहले इसमें कोयले की राख मिला दी जाती है। इसी कारण इसे जली या काली बालू भी कहा जाता है।

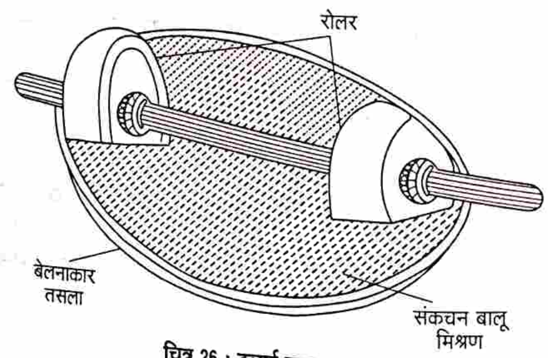
इसका मुख्य उपयोग ढलाई बॉक्सों को भरने में किया जाता है। प्रतिरूप के फर्श पर फेसिंग सैण्ड डालते हैं इसके पश्चात् शेष स्थान में फर्श बालू भर दी जाती है। प्रयोग करने से पूर्व इसे छान लिया जाता है। ताकि कील या धातु के छोटे-छोटे टुकड़े इसमें न मिलने पायें।

3.9 बालू मिलाना (Sand Mixing)

प्राकृतिक बालू में कुछ योजक पदार्थ मिलाकर ही उन्हें ढलाई हेतु उपयोगी बनाया जाता है। इस मिश्रण को तैयार करने की प्रक्रिया को ही बालू मिलाना कहा जाता है। योजक पदार्थों का मिश्रण ही बालू को ढलाई हेतु उपयोगी बनाता है। इन योज्य पदार्थों को एक निश्चित मात्रा में मिलाने से उपयुक्त यांत्रिक गुण भी प्राप्त किये जा सकते हैं। इस प्रकार का मिश्रण दो प्रकार से तैयार किये जाते हैं। एक हस्त विधि द्वारा दूसरा यांत्रिक विधि द्वारा। हस्त विधि प्रक्रम में बेलचों (Shovels) का प्रयोग इस कार्य हेतु किया जाता है। वहीं यांत्रिक विधि में यह कार्य मूलर (Muler) द्वारा किया जाता है। मूलर की सहायता से एक सर्वांगसम मिश्रण (Homogenous Mixture) तैयार कर लिया जाता है। मूलर में प्राय: दो भारी रोलर लगे होते हैं जोकि एक बेलनाकार तसले में घूमते हैं।

3.10 ढलाई बालू तैयार करना (Preparation of Moulding Sand)

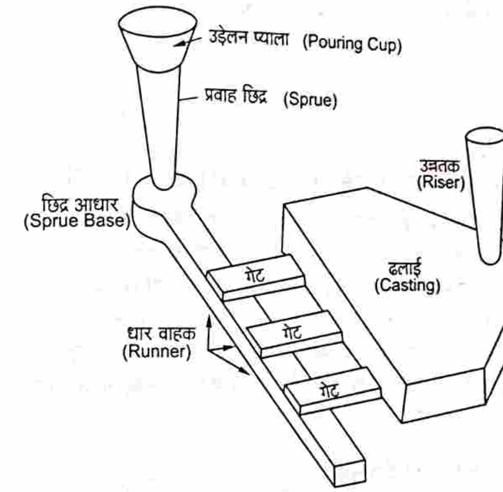
ढलाई बालू का तैयार करना ढलाईशाला प्रक्रम का एक महत्वपूर्ण चरण है। ढलाई बालू के तैयार करने हेतु प्रथम चरण में बालू में उपस्थित अवांछनीय पदार्थों जैसे कि कील, कंकड, धातु के टुकड़ों इत्यादि का छानकर अलग कर लिया जाता है। फिर इसमें आवश्यकतानुसार क्ले एवं योज्य पदार्थ मिलाये जाते हैं। इस प्रक्रिया को बालू का अनुकूलन कहा जाता है। यह क्रिया हस्त विधि व यांत्रिक विधि दोनों तरीकों से ही किया जा सकता है। बालू का समय-समय पर विभिन्न परीक्षण किये जाते हैं। कभी-कभी परीक्षण करने के लिए बालू को मुट्ठी में भरकर भी निरीक्षण किया जाता है। अगर पिण्ड के टूटे भाग में कोई परिवर्तन नहीं दिखता है तो बालू ढलाई के योग्य समझी जाती है। परन्तु यदि टूटे भाग की बालू गिरने लगे तो इसका अर्थ होता है कि उसमें नमी कम मात्रा में है। प्रयोगशाला में बालू के परीक्षण कणों का आकार, कणों का साइज, क्ले की मात्रा, आर्द्रता अंश, बालू की पारगम्यता, साँचे की कठोरता इत्यादि का ज्ञान विभिन्न विधियों द्वारा ज्ञात कर किया जाता है (चित्र-26)।



चित्र 26 : ढलाई बालू मुलर

3.11 द्वारन प्रणाली या गेटिंग सिस्टम (Gating System)

(चित्र-27) पिघली धातु को साँचे की गुहिका (Mould Cavity) तक पहुँचाने हेतु विभिन्न मार्ग का निर्माण किया जाता है जिन्हें द्वारन प्रणाली (Gating System) कहा जाता है। इसके मुख्य घटक उड़ेलन प्याली (Pouring Cup), प्रवाह छिद्र (Sprue) धारावाहक (Runner), द्वार (Gate) एवं उन्नतक (Riser) इत्यादि है। इन मार्गों द्वारा ही पिघली धातु का प्रवाह होता है इसी कारण इनकी बनावट का ढलजों पर प्रभाव पड़ता है। इसलिए द्वारन प्रणाली में सभी मार्गों का निर्माण सावधानीपूर्वक किया जाता है। यह मार्ग परस्पर समकोणिक नहीं रखे जाते हैं। यद्यपि द्वारन प्रणाली जहाँ तक संभव हो तो यह प्रतिरूप का ही मुख्य अंग होना चाहिए। द्वारन प्रणाली के विभिन्न मुख्य घटकों का सचित्र वर्णन नीचे किया गया है—

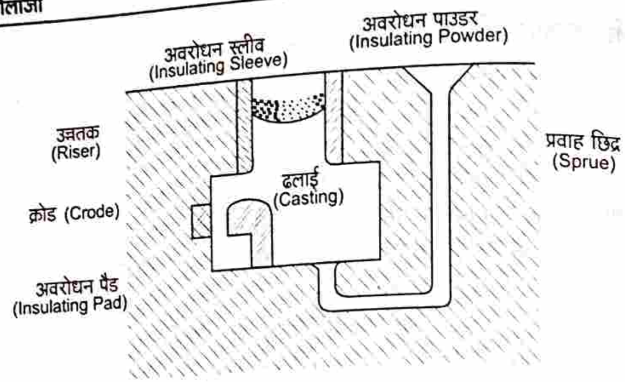


चित्र 27 : द्वारन प्रणाली के भाग

(i) उडेलन प्याला (Pouring Cup) : उडेलन प्याले विभिन्न आकारों एवं साइजों के होते हैं। इनका प्रयोग कर पिघली धातु को साँचों में उडेला जाता है। उडेलन प्याले लैडल या घड़िया प्रचालक (Crucible operator) द्वारा पिघली धातु को घड़िया से प्रवाह छिद्र की तरफ सरलतापूर्वक निर्देशित करने में मदद करते हैं। उड़ेलन प्याले प्राय: एक कीप की तरह की आकृति होती है जो प्रवाह छिद्र के ऊपर लगा रहता है।

(ii) द्वार (Gates) : धार वाहक (Runner) में प्रवाहित पिघली धातु को ढलजों तक पहुँचाने हेतु एक केतलीनुमा नाली का गेट बनाया जाता है। बड़े ढलजों के निर्माण हेतु एक से अधिक द्वारों का निर्माण किया जाता है। इन द्वारों को प्रतिरूप के भाग की तरह ही निर्मित किया जाता है अन्यथा द्वार को काटकर भी निर्मित किया जा सकता है।

(iii) धारा वाहक (Runner) एवं उन्नतक या राइजर (Riser) : धारावाहक एवं उन्नतक दोनों का निर्माण ढलाई प्रक्रम में ढलाई के समय स्प्रू पिनों की सहायता से बालू द्वारा निर्मित किये जाते हैं। धारावाहक का कार्य पिघली धातु की धारा को नालियों एवं गेट तक पहुँचाने का होता है। यहाँ से फिर पिघली धातु साँचों की गुहिका में चली जाती है। साँचा पूर्ण रूप से यदि पिघली धातु से भर जाती है तो धातु उन्नतक में होती हुई ऊपर उठ जाती है। फिर पिघली धातु की उड़ेलने की क्रिया बंद कर दी जाती है। उन्नतकों का प्रमुख कार्य साँचों को पूर्ण भरा होना प्रदर्शित करना है। उन्नतक एवं धारावाहक में भरी धातु ढली वस्तु को जमाने व संकुचित कर उसके आयतन में होने वाली कमी को पूर्ण करना भी होता है। दोनों ही भाग उत्पन्न भापों एवं गैसों हेतु निकास द्वार का भी कार्य करते हैं (चित्र-28)।



चित्र 28 : राइजर

3.12 अवरोधन या इंसुलेटिंग पदार्थों का उपयोग (Use of Insulating Materials)

अवरोधन पदार्थों का उपयोग राइजर, छोटे एवं पतले सेक्शनों का ठोसीकरण की प्रक्रिया में देरी करने हेतु साँचों में किया जाता है। इस कार्य हेतु अवरोधन पैड, अवरोधन पाउडर, अवरोधन स्लीव इत्यादि का प्रयोग करते हैं। राइजर एवं रनर का वायुमण्डलीय विच्छेद करने हेतु अवरोधन पाउडर छिड़क दिया जाता है। विकिरण (Radiation) द्वारा कुछ ऊष्मा शोषित हो जाती है जिससे ठोसीकरण की दर कम हो जाती है। अवरोधन पाउडर की तरह चारकोल, ग्रेफाइट, चावल, ऊष्मारोधी पदार्थ इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। अवरोधन पैड एवं स्लीव प्लास्टर ऑफ पैरिस, वर्मीकुलाइट, डायाटोमैसियस सिलिका, लकडी का बुरादा, फायर क्ले इत्यादि का प्रयोग किया जाता है। ढलजों में पतले सेक्शनों के चारों तरफ अवरोधन पैड लगाकर उनकी ठोसीकरण दर घटायी जा सकती है।

3.13 द्रुतशीतकों का प्रयोग (Use of Chills)

ढलाईयों की आकृति विषम होने के कारण उसके विभिन्न अनुभागों की मोटाईयों में अचानक परिवर्तन आ जाता है जिस कारण उनकी शीतल दरों में भी भिन्नता आ जाती है। जिससे की इनके मिलने वाले तल में आंतरिक प्रतिबल उत्पन्न होने के कारण उसमें दरारें उत्पन्न हो जाती है। इनसे बचाव हेतु साँचों में मोटे अनुभागों के संपर्क में द्रुतशीतक रख देते हैं ताकि शीतलन दरों में अंतर कम हो जाता है।

3.14 ऊष्माक्षेपी पदार्थों का उपयोग (Use of Exothermic Materials)

ऊष्माक्षेपी पदार्थ गलित धातु पृष्ठ पर एक ऊष्मासह परत का निर्माण करते हैं ताकि ऊष्मा की हानि कम हो। प्रायः निकिल, लोहा, ताँबा आदि के ऑक्साइडों का प्रयोग ऊष्माक्षेपी पदार्थों की तरह किया जाता है। इनमें मुख्यतः उन्नतक या रनर में भरे धातु तलों पर छिड़के जाते हैं जो कि गलित धातु के संपर्क में आने पर एक रासायनिक क्रिया करते हैं। फलस्वरूप इतनी ऊष्मा उत्पन्न होती है कि उनके भीतर की धातु तब तक द्रवित रहे जब तक कि उसकी सहायता से मुख्य ढलजों में प्रभरण होता रहता है।

3.15 यंत्र ढलाई (Machine Moulding)

जब ढलाइयों का अधिक मात्रा में उत्पादन करना होता है तो हस्त ढलाई की जगह यंत्र ढलाई विधि को प्राथमिकता दी जाती है। इस विधि में सभी ढलाई प्रक्रम सुगमता एवं सरलता से पूर्ण किये जा सकते हैं। यह विधि अधिक उत्पादन हेतु मितव्ययी भी होती है। यंत्र ढलाई प्रक्रम में निम्न चरण होते हैं—

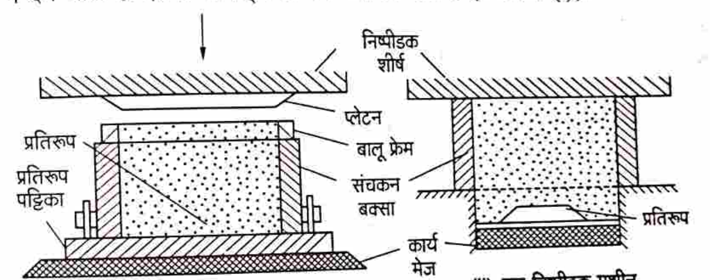
(i) ढलाई बाक्स में बालू भरना।
(ii) बालू की कुटाई करना।
(iii) ढलाई बॉक्सों की उलट पलट करना।
(iv) साँचे से प्रतिरूप को बाहर निकालना।।

उपरोक्त सभी प्रक्रम एक ही मशीन पर करना असंभव है इसलिए प्रत्येक प्रक्रिया हेतु अलग-अलग मशीन का प्रयोग किया जाता है। इन सभी मशीनों को ढलाई मशीन (Moulding Machine) कहा जाता है। ढलाई मशीनों को प्रक्रम के आधार पर दो भागों में विभाजित किया जा सकता है—

(1) ढलाई बालू को भरने व कूटने वाली मशीनें : इस श्रेणी के अन्तर्गत निम्न मशीनें आती है—

(i) निष्पीडक मशीन (Top Squeezer Machine) : निष्पीड़क मशीन प्रायः दो प्रकार की होती है एक पटल निष्पीड़क दूसरी तल निष्पीड़क मशीन।

(ii) पटल निष्पीडक मशीनें (Top Squeezer Machine) : इस प्रकार की मशीनों में कार्य मेलज प्रतिरूप पट्टिका प्रतिरूप सहित ही रख दी जाती है। इसके ऊपर ढलाई बाक्स एवं उसके ऊपर बालू फ्रेम रखा जाता है। बालू ढलाई बॉक्सों में ऊपर तक भर दी जाती है। कार्य मेज को उत्थापक यंत्रों की सहायता से ऊपर उठाया जाता है। इस प्रकार बालू अच्छी तरह से बॉक्सों में दब जाती है। इसके पश्चात् कार्य मेज नीचे आ जाती है (चित्र-29 (i))।



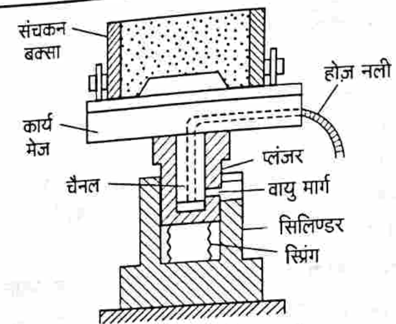
(i) पटल निष्पीडक मशीन (Top Squeezer Machine)

(ii) तल-निष्पीडक मशीन (Bottom Squeezer Machine)

चित्र 29

(iii) तल निष्पीड़क मशीन (Bottom Squeezer Machine) : इस प्रकार की मशीनों के प्रतिरूप को प्रतिरूप पट्टिका एवं कार्य मेज सहित उठाया जाता है। उठाने हेतु उत्थापक (Elevating) यंत्रों का प्रयोग करते हैं। इस प्रकार बालू को फ्रेम में प्रविष्ट कराया जाता है इसके पश्चात् बालू को नीचे की ओर ठोकते हैं। (चित्र-29 (ii))।

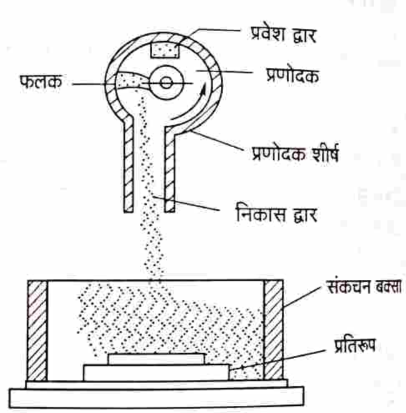
(2) जोल्ट निष्पीड़क मशीन (Jolt Squeezer Machine) : इस प्रकार के मशीन प्रक्रम में पहले प्रतिरूपों को मेज पर रखा जाता है फिर प्रतिरूप को ढ़लाई बॉक्स में डालकर चारों तरफ बालू भरकर नीचे की ओर ठोकी जाती है। मशीन में एक होज नली लगी रहती है जो संपीड़ित वायु को चैनल तक पहुँचाने का कार्य करती है। जिसके कारण प्लंजर (Plunger) कार्य मेज (Work Table) एवं प्रतिरूप पट्टिका सहित एक झटके के साथ ऊपर की तरफ उठ जाता है। संपीडित वायु की सप्लाई बंद होते ही प्लंजर स्वयं नीचे आ जाता है। कार्य मेज की तली में एक स्प्रिंग का प्रबंध लगा होता है जो उसे सुरक्षित रखता है (चित्र-30)।



चित्र 30 : जोल्ट निष्पीडक मशीन (Jolt Squeezer Machine)

(3) बालू प्रक्षेपक (Sand Slinger) : (चित्र-31) इस मशीन का प्राथमिक कार्य ढलाई बॉक्सों में बालू को भरना होता है। इस मशीन के मुख्य घटक प्रणोदक शीर्ष (Impeller Head), ब्लेड़ या फलक (Blade), प्रवेश द्वार (Inlet door), निकास द्वार (Outlet door) है। इस मशीन का उपयोग बड़े साँचों में ही किया जाता है।

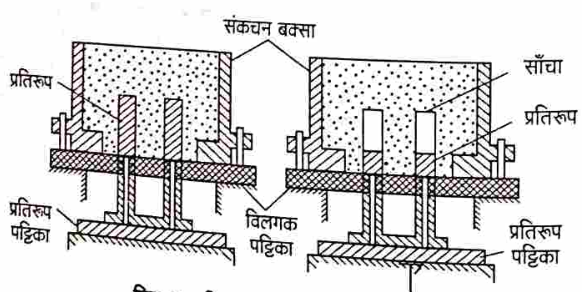
प्रणोदक शीर्ष के कक्ष (Housing) में एक प्रणोदक (Impeller) घूमता रहता है जिसकी परिधि पर कुछ ब्लेड (Blades) लगे रहते हैं। बालू का प्रवेश कक्ष में प्रवेश द्वार (Inlet) द्वारा होता है जो कि घूमती हुयी ब्लेडों से टकराते हुए निकास द्वार (Outlet) द्वारा साँचों में गिरती है। जिसके कारण ढलाई बॉक्स में बालू एक समान रूप से संकुचित हो जाती है।



चित्र 31 : बालू प्रक्षेपक (Sand Slinger)

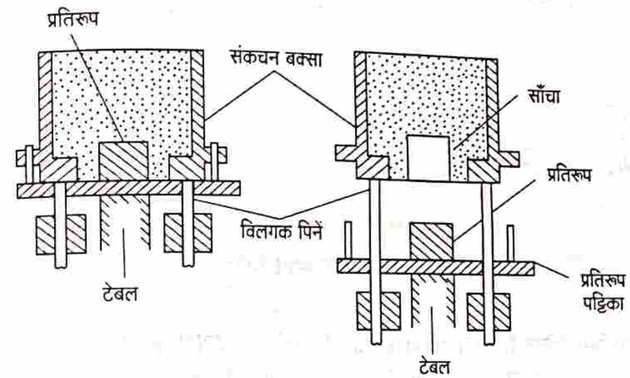
(2) प्रतिरूपों को साँचे से बाहर निकालने वाली मशीनें

(i) विगलक पट्टिका ढलाई मशीन (Stripping Plate Moulding Machine) : इस मशीन का कार्य सिद्धान्त नीचे दिये गये चित्र 32 में स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है। इसमें ढलाई बॉक्स एवं प्रतिरूप पट्टिका, एक मध्य पट्टिका एवं एक विगलक पट्टिका लगी होती है। जिसकी सहायता से प्रतिरूपों को साँचों से बाहर निकाल लिया जाता है।



चित्र 32 : विलगक पट्टिका ढलाई मशीन

(ii) सीधा कर्षण ढलाई मशीन (Straight Draw Moulding Machine) : नीचे दिये गये चित्र 33 में इस मशीन की क्रियाविधि को स्पष्ट रूप से प्रदर्शित किया गया है। इस मशीन की कार्य मेज (Work Table) प्रतिरूप पट्टिका एवं प्रतिरूप से जुड़ी हुयी रहती है। ढलाई बॉक्स को टेबल पर रखकर बालू कूटी जाती है इसके पश्चात् विगलक पिनें (Stripping Pins) का प्रयोग कर ढलाई बॉक्सों को ऊपर की ओर खींचा जाता है। जिस कारण प्रतिरूप साँचे से बाहर निकलकर टेबल की सतह पर आ जाता है।



चित्र 33 : सीधा कर्षण ढलाई मशीन

(iii) टर्न ओवर ढलाई मशीन (Turn Over Moulding Machine) : नीचे दिये गये चित्र 34 में इस मशीन की क्रियाविधि को स्पष्ट रूप से दर्शाया गया है। इस मशीन में भी मशीन की टेबल की सतह पर प्रतिरूप एवं मोल्डिंग बॉक्स रख उसमें बालू भरी जाती है। इसके बाद टेबल एवं मोल्डिंग बॉक्स सहित ढलाई बॉक्स को 180° घुमा दिया जाता है। जिस कारण प्रतिरूप एवं प्रतिरूप पट्टिका दोनों टेबल पर उठकर ऊपर आ जाती है। जिसके फलस्वरूप प्रतिरूप भी बाहर निकल आता है। इस विधि का प्रयोग कर बड़े साँचों का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है।

3.16 ढलाई दोष, उनके कारण एवं निवारण (Moulding Defects their causes and Remedies)

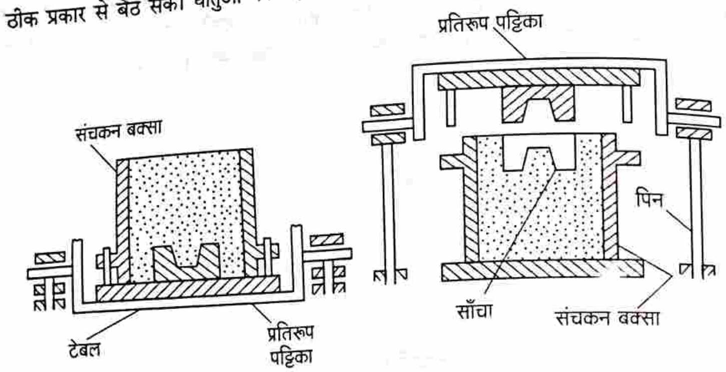
ढलाई प्रक्रम में दोष प्रायः विभिन्न कारणों की वजह से उत्पन्न हो जाते हैं। ढलाई प्रक्रम एक चरणबद्ध क्रिया है। इसमें विभिन्न चरणों में दोष उत्पन्न हो जाते हैं। साँचों का निर्माण, बालू की तैयारी, बालू चयन, कोर निर्माण, उपयुक्त ढलाई विधि इत्यादि सभी दोषों के मूल कारक हैं। प्रमुख ढलाई दोषों का संक्षिप्त परिचय नीचे दिया गया है।

(i) सैण्ड ब्लो (Sand Blow) : सैण्ड ब्लो का दोष कोर गैसों का ठीक प्रकार से बाहर न निकलने की वजह से उत्पन्न होता है। कभी-कभी ढलाईयों में फँसने की वजह से भी यह दोष उत्पन्न हो जाते हैं। इस दोष के निवारण हेतु कोरों की साइज के अनुरूप ही कोर एवं साँचों में पर्याप्त निर्गत छिद्रों (Vent Holes) का निर्माण कर किया जाता है।

(ii) कोर ब्लो (Core Blow) : इसे ब्लो होल (Blow Hole) भी कहा जाता है। ढलाई में कोरों से निर्मित छिद्रों में इस प्रकार के दोष उत्पन्न हो जाते हैं। कोरों का ठीक तरह न पकने एवं कोर से गैसों के अनुचित गैस निर्गमन के कारण भी यह दोष कोरों में पैदा हो जाते हैं।

(iii) क्रश (Crush) : साँचों से बालू के टूटने की प्रक्रिया क्रश कहलाती है। इसके निम्न कारण हो सकते हैं जैसे कि लंबे कोर की अनुचित फिटिंग, ढलाई बॉक्सों का उचित तरीके से बंद न होना, ढलाई बॉक्सों में भार अधिक होना, साँचों के तल

पर बालू का गिर जाना इत्यादि। इससे बचाव के लिये कोर का सही माप में तैयार करना, जो कि अपनी कोर सीट (Core Seat) पर ठीक प्रकार से बैठ सके। धातुओं को उड़ेलते समय साँचों पर भार कम होना चाहिए।



चित्र 34 : टर्न ओवर ढलाई मशीन

(iv) शिफ्ट या मिस मैचिंग (Shift or Mismatching) : इस प्रकार के दोष तब उत्पन्न होते हैं जब दो बॉक्स ढलाई विधि प्रयोग की जाती है। इसका प्रमुख कारण कोप एवं ड्रैग में निर्मित गुहिका (Cavity) दोनों परस्पर संरेखित नहीं हो पाती है। इसके अन्य कारण डावेल पिन (Dowel Pins) का ढीला रह जाना, प्रतिरूपों के दोनों भागों का अनुचित मिलान। घिसे हुये पिनों एवं क्लैम्पों के कारण ठीक प्रकार से ढलाई न होना भी हो सकते हैं।

जब कोर ठीक प्रकार से गुहिका में फिट न हो तो पिघली धातु डालने पर वह उसके दाब के कारण फिसल जाती है। इस प्रकार का दोष कोर शिफ्ट के नाम से (Core Shift) से जाना जाता है।

इस प्रकार के दोषों का निवारण निम्न सावधानियाँ बरतकर किया जा सकता है। जैसे डॉवेल पिनों को ठीक प्रकार से कसकर ढलाई बॉक्सों के पिनो एवं बॉक्सों का उचित प्रकार से कसकर, पिनों को मुड़ने से बचाकर, इत्यादि।

(v) सैण्ड वाश (Sand Wash) : यदि पिघली धातु को गुहिका में डालने पर धातु साँचों के कमजोर तलों से बालू में मिल जाती है तो इस दोष को सैण्ड वॉश कहा जाता है। इस प्रकार के दोष प्राय: नरम एवं दुर्बल कुटाई प्रतिरूपों पर कम टेपर, आदि का खुदरे तलों एवं कोरों का अत्याधिक पके होने के कारण से आ जाते हैं। इनसे बचाव हेतु उचित ढलाई बालू का प्रयोग करना उचित प्रकार से कुटाई कर, प्रतिरूपों पर पर्याप्त टेपर, कोरों को ठीक ताप पर पकाया जाता है।

(vi) ड्राप (Drop) : साँचों की गुहिका में बालू के टूटकर गिरने की प्रक्रिया ड्राप (Drop) कहलाती है। ढलाई प्रक्रमों में यह दोष बालू की आर्द्र सामर्थ्य में कमी होने से एवं बालू की कुटाई में कमी आने से आते हैं। इन दोषों के निवारण हेतु बालू की सामर्थ्य अधिक हो, कुटाई ठीक तरह से करनी चाहिए एवं साँचों के कमजोर भागों को कील एवं गैगर्स की सहायता से प्रकाशित किया जा सकता है।

3.17 संकचन बालू

मोल्डिंग बालू के गुणों एवं विशिष्टियों की जानकारी होना लाभकारी होता है। इन गुणों को परीक्षण किये बिना इनको नियंत्रित करना चुनौतीपूर्ण कार्य होता है। इसके परीक्षण हेतु बालू का सैम्पल तैयार कर प्रयोगशाला में टेस्ट किया जाता है यह परीक्षण दो श्रेणियों में बाँटे गये हैं—

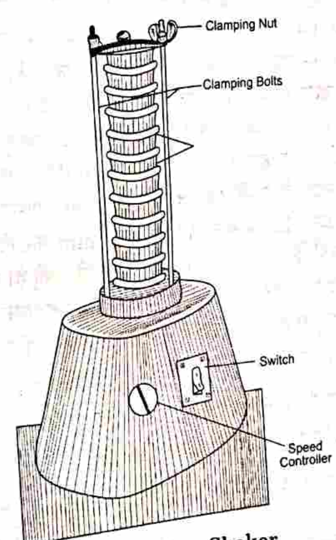
(1) बालू के अवयवों को निर्धारित करने वाले परीक्षण (Test to determine the sand contents) : बालू के अवयवों का निर्धारण करने हेतु हम बालू के कणों का साइज, आकार क्ले की प्रतिशतता, नमी की प्रतिशतता इत्यादि का परीक्षण करते हैं। ये परीक्षण निम्न प्रकार के होते हैं—

(i) बालू कणों का साइज ज्ञात करना (Determine the Grain Size of Sand) : इस प्रकार का परीक्षण प्राय: सीव शेकर (Sieve Shaker) मशीनों द्वारा किया जाता है। जिसकी क्रियाविधि एवं मुख्य अवयवों का सचित्र वर्णन नीचे दिये गये चित्र 1 की सहायता से किया गया है। इस मशीन में प्राय: दो स्टैन्ड छन्नियों का एक सैट लगा जाता है। ऊपर मोटी छन्नी व नीचे एक पतली या बारीक छननी लगायी जाती है। बालू को इस में डालकर छाना जाता है। बालू का सैम्पल ऊपर वाली छन्नी में रखते हैं। सीव शेकर का संचालन हेतु उसमें एक विधुत मोटर लगी रहती है। सैम्पल को छननी में डालने के पश्चात् मशीन कुछ निश्चित समय हेतु चलायी जाती है। इस प्रकार प्रत्येक छन्नी में शेष बालू की तुलना सैम्पल के भार से कर प्रतिशतता ज्ञात कर ली जाती है। इस प्रतिशतता को एक छन्नि स्थिरांक से गुणा कर नीचे दिये गये सूत्र की सहायता से फाइननैस (fineness) नंबर या संख्या का मान ज्ञात कर लिया जाता है।

$$\text{Fineness No.} = \frac{\text{गुणनफल का योग (Total of Products)}}{\text{प्रतिशतताअ का योग (Total of Percentages)}}$$

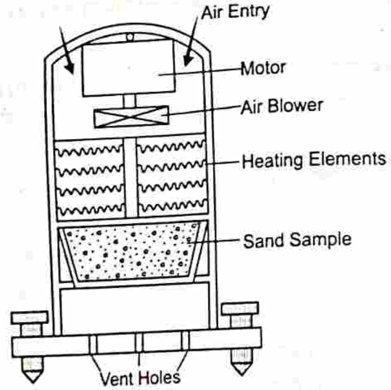
नोट : प्रत्येक छन्नी हेतु छन्नी स्थिरांक का मान पूर्व निर्धारित होता है। जोकि सारणी से चैक कर लिया जाता है।

(ii) नमी की प्रतिशतता ज्ञात करना (To determine Percentage of Moisture) : इस प्रकार का परीक्षण करने हेतु बालू का सैम्पल की निश्चित मात्रा लेकर उसकी तौल कर ली जाती है। फिर इस सैम्पल को सुखाने हेतु एक ओवन (Oven) में रख दिया जाता है। फिर शुष्क बालू की तौल की जाती है। जब बालू का वजन घटना बंद हो जाता है तो यह



चित्र 35 : Sieve Shaker

समझा जाता है कि उसकी समस्त नमी समाप्त हो गयी है। फिर सैम्पल की प्रारम्भिक तौल में से अंतिम तौल की मात्रा घटाकर नमी की मात्रा ज्ञात की जा सकती है। चित्र में एक रेत आर्द्रता सूखाना उपकरण प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 36 : Sand Moisture Drying Device

(iii) बालू के कणों का आकार ज्ञात करना (To determine the shape of Grain Sands) : बालू के कणों का आकार ज्ञात करने हेतु एक आवर्धन लैंस (magnifying Glass) का प्रयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त सूक्ष्मदर्शी (Microscope) का भी प्रयोग किया जाता है। बालू के कण प्राय: चार भागों में विभाजित है जैसे गोलाकार (Rounded) अर्धकोणीय (Sub-Angular) कोणीय (Angular) एवं संयुक्त (Compunded)। सूक्ष्मदर्शी या आवर्धन लैंस का प्रयोग कर कणों की संरचना का परीक्षण कर उन्हें वर्गीकृत किया जाता है। यह परीक्षण एक प्रकार का अभंजात्मक परीक्षण (Non Destructive Test) है।

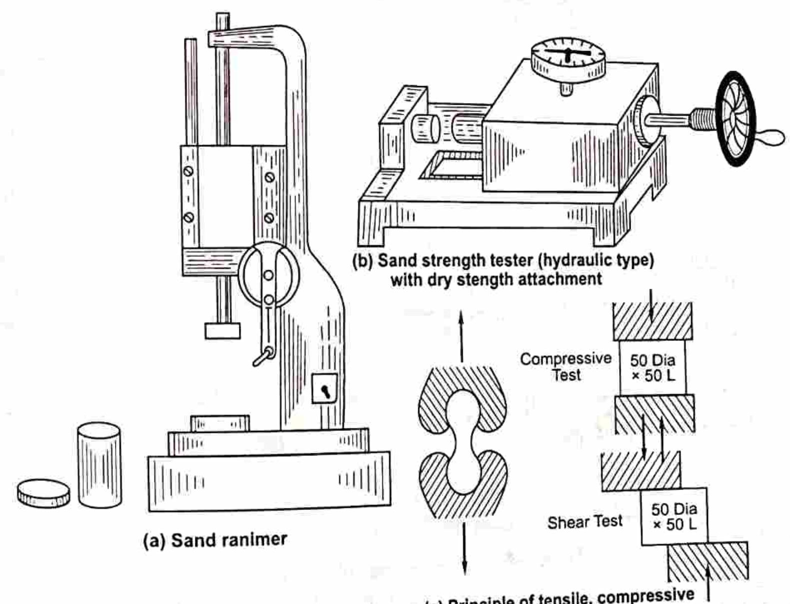
(iv) क्ले की प्रतिशतता ज्ञात करना (To determine % of Clay) : इस प्रकार के परीक्षण हेतु क्ले कोन्टेन्ट टेस्टर (Clay content Tester) यंत्र का प्रयोग किया जाता है। फिर बालू का एक सैम्पल तैयार कर पूर्णतय: सुखाकर तौला जाता है। इस मशीन में एक विशेष जार (बर्तन) लगा रहता है। फिर इस जार में बालू का सैम्पल डालकर उसमें पानी एवं NaOH का निश्चित मिश्रण तैयार कर उस जार का ढक्कन बंद कर दिया जाता है। जार को क्ले कोन्टैन्ट टेस्टर पर रखकर लगभग 60rpm की स्पीड से घुमाया जाता है। एक घंटे बाद जार को मशीन से हटा लिया जाता है। इस मशीन में एक साथ एक से अधिक कई जार फिट किये जा सकते हैं। जार व उसके ढक्कन पर लगी बालू को धो दिया जाता है जार में प्राय: कुछ निशान बने रहते हैं। लगभग 150mm निशान तक पानी भरकर उसे कुछ समय के लिये (लगभग 10 मिनट) छोड़ देते हैं। इस प्रकार सारी बालू जार की तली में बैठ जाती है। इसके पश्चात् पानी निथारकर लगभग 25 mm तक कर लेते हैं। फिर इसमें जल डालकर जल का स्तर 150mm कर देते हैं फिर उसे निथारकर 25mm कर दिया जाता है। लेकिन अब समय घटाकर लगभग 5 मिनट तक सीमित कर दिया जाता है। यह प्रक्रिया कई बार दोहरायी जाती है। तल में न बैठने वाले पदार्थ के कणों को निथारकर बाहर कर दिया जाता है। इस प्रकार जार में जो शेष पदार्थ बचता है वह सिर्फ सिलिका रेत होती है क्ले पानी के साथ बाहर हो जाती है। शेष बचे पदार्थ को फिल्टर कर तौल लिया जाता है। उदाहरणार्थ यह शेष बचा पदार्थ 30 gm तो क्ले की मात्रा 20gm होगी जो कि लगभग 60% हुयी। इस तरह क्ले की प्रतिशतता ज्ञात कर ली जाती है।

3.18 बालू गुणों को निर्धारित करने वाले परीक्षण (Test to determine the characterstics of Sand)

(i) उच्च तापीय गुण (High Temperature Characterstics) : इस प्रकार के परीक्षण में नमूनों को उन्हीं वास्तविक परिस्थितियों में से गुजारा जाता है जिनमें मोल्ड का कार्य करना होता है। इस प्रकार के परीक्षणों में निम्न अवयवों का परीक्षण करना पड़ता है जैसे गर्म विरूपण (Hot Deformation), गर्म संपीड़न सामर्थ्य (Hot compressive

Strength)। यह थर्मोलैब डाइलैटोमीटर (Thermo Lab Dialatometer) नामक विशेष भट्टियों पर किये जाते हैं। इन दोनों के अतिरिक्त प्रसार (Expansion) एवं तापसहता (Refractoriness) का परीक्षण भी करते हैं। तापसहता के परीक्षण हेतु सिन्टर मीटर (Sinter Meter) का प्रयोग करते हैं। जिसके द्वारा सिन्टरिंग पाइन्ट का मान ज्ञात हो जाता है। जो कि बालू की ताप सहन क्षमता प्रदर्शित करता है।

(ii) सामर्थ्य परीक्षण (Strength Testing) : बालू में प्राय: तीन प्रकार की सामर्थ्य पायी जाती है एक संपीड़न (Compressive) दूसरी तनाव (Tensile) एवं तीसरी कर्तन (Shear)। इनके परीक्षण हेतु सामर्थ्य टेस्टर एवं रैमर का प्रयोग करते हैं। तैयार नमूने को स्ट्रैन्थ टेस्टर के जबड़े में फँसाकर दाब डालते हैं। जिस दाब पर वह टूट जाता है वह उसकी संपीड़न सामर्थ्य कहलाती है। इसमें एक इंडीकेटर लगा रहता है जो कि इसका मान प्रदर्शित करता है। होल्डर या जबडा चैन्जेबल होता है, इन्हें क्रमश: बदल-बदलकर तनाव एवं कर्तन सामर्थ्य का मान ज्ञात कर लिया जाता है। इसके लिए एक विशेष यूनिवर्सल सैण्ड स्ट्रैन्थ मशीन का प्रयोग किया जाता है। नीचे दिये गये चित्रों में सैण्ड रैमर, सामर्थ्य टैस्टर एवं नमूनों को दर्शाया गया है।



चित्र 37

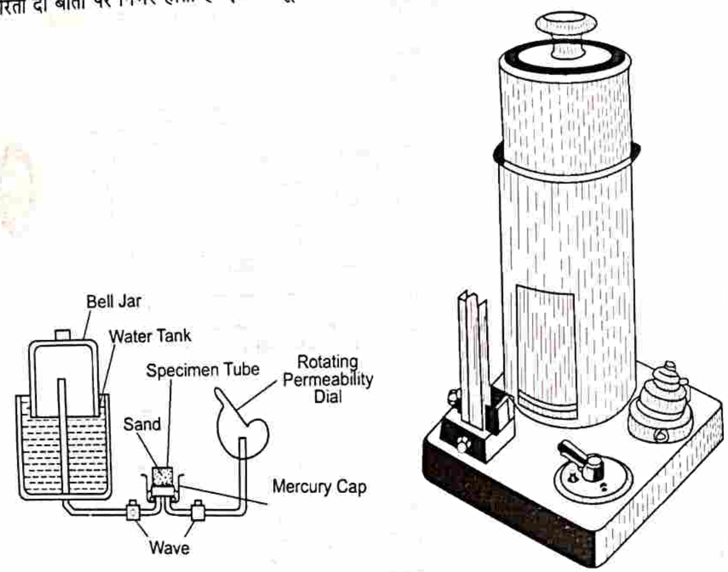
(iii) पारगम्यता परीक्षण (Permeability Testing) : इस प्रकार के परीक्षण पारगम्यता मापकों की सहायता से किये जाते हैं। दिये गये चित्र में पारगम्यता मापक (Permeability Meter) एवं उसकी क्रिया विधि दर्शायी गयी है। पारगम्यता सामर्थ्य के विलोम होती है। पारगम्यता बढ़ने पर यह घट जाती है, ठीक उसी प्रकार से पारगम्यता घटने पर यह बढ़ जाती है। दोनों ही क्ले की मात्रा पर पूर्णतय: निर्भर रहते हैं। पारगम्यता मापक द्वारा बालू के सैम्पल में निश्चित हवा पास करायी जाती है। हवा पास होने का समय पारगम्यता मापक के इंडीकेटर पर प्रदर्शित होता है जिसे नोट कर लेते हैं। पारगम्यता को पारगम्यता नंबर की सहायता से प्रदर्शित किया जाता है। पारगम्यता नंबर 1 यूनिट घन सेमी (cm^3) में हवा का वह आयतन होता

है। जो 1gm/cm^2 के दाब द्वारा 1cm ऊँचाई के 1 घन सेमी (cm^3) आयतन के बालू के नमूने में प्रति मिनट गुजारा जाता है। इस प्रकार इसे निम्न सूत्र द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

$$\text{पारगम्यता नंबर (Permeability No.)} = \frac{Vh}{Pat}$$

जहाँ V गुजरी हवा का आयतन cm^3 में होता है, h सैम्पल की ऊँचाई (cm) में होती है। P दाब gm/cm^2 में होता है, a नमूने की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (cm^2) में एवं t हवा गुजरने का समय (Minutes) में होता है।

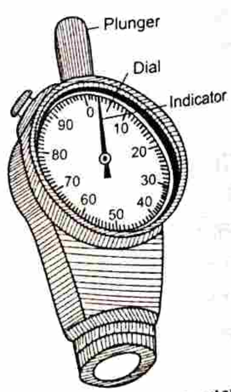
(iv) मोल्ड कठोरता परीक्षण (Mould Hardness Testing) : इस प्रकार के परीक्षण हेतु कठोरता मापी या हार्डनैस टैस्टर नामक विशेष उपकरण का प्रयोग किया जाता है। यह बनावट में डायल गेज (Dial Gauge) के समान होता है। मोल्ड की कठोरता दो बातो पर निर्भर होती है एक बालू के अवयव एवं दूसरी बालू की ठुकाई। मोल्ड की कठोरता बढ़ाने हेतु



(a) Principle of working of a permeability meter (b) Permeability meter

चित्र 38

कुछ योजक पदार्थ (Binders) मिलाये जाते हैं जैसे क्ले, अलसी तेल इत्यादि। मोल्ड को पकाकर (Bake) भी कठोरता बढ़ायी जा सकती है। कठोरता मापी की सतह प्राय: फ्लैट होती है उसमें से एक प्लंजर बाहर निकला रहता है। जब कठोरता मापी को मोल्ड की सतहों पर रखा जाता है तो बाहर निकला प्लंजर मोल्ड की सतह में धँसता है। धँसने की मात्रा या दूरी कठोरता पर निर्भर करती है। प्लंजर द्वारा तय दूरी डायल पर प्रदर्शित हो जाती है। प्लंजर में इस कार्य हेतु रैक एण्ड पिनियन (Rack and Pinion) व्यवस्था लगा रहता है। डायल पर O से लेकर 100 तक के भाग कटे रहते हैं। यह उपकरण कठोरता की सीधी-सीधी जानकारी प्रदान करता है।



चित्र 39 : Hardness Tester

मोल्ड निर्माण के पश्चात् अगला कदम धातुओं का गालन एवं उड़ेलना है। धातुओं को गलाने हेतु विभिन्न प्रकार की भट्टिया का प्रयोग करते हैं। भट्टियों के अंदर एक उच्चतापसह पदार्थों (Refractory Materials) का अस्तर लगाया जाता है। धातु गलने के पश्चात् उसमें कुछ धातु मल (Slag) भी प्राप्त होते हैं, जिन्हें गालक (Flux) की सहायता से पिघली धातु से अलग कर लिया जाता है। इसके बाद पिघली धातुओं को साँचों में लैडल (Ladle) की सहायता से उड़ेला जाता है। इस अध्याय के अंतर्गत हम ताप सह पदार्थों, ईंधनों, गालकों का विस्तारपूर्वक अध्ययन करेंगे। इस प्रकार उच्च गुणवत्ता की दोष रहित कास्टिंग सरलतापूर्वक प्राप्त हो जाती है।

3.19 उच्चताप सह पदार्थ (Refractory Materials)

उच्च तापसह पदार्थ प्राय: अधात्विक पदार्थ (Non-metallic Materials) होते हैं। जिनमें भट्टी, ओवन इत्यादि के उच्च तापों को सहन करने की क्षमता होती है। रासायनिक गुणों के आधार पर इन पदार्थों को तीन प्रमुख भागों में बाँटा गया है जिनका वर्णन निम्न प्रकार से हैं—

1. अम्लीय ताप-सह पदार्थ (Acidic Refractory Materials) : ऐसे पदार्थ जिन पर अम्लीय धातु मल (Slag) का कोई रासायनिक प्रभाव नहीं पड़ता है। वह उच्च तापसह अम्लीय पदार्थ कहलाते हैं। इनका उपयोग उन भट्टियों में अस्तर लगाने हेतु किया जाता है जहाँ पिघली धातुओं से अम्लीय मल (Slag) निकलते हो। इन पदार्थों को प्रयोग दो तरह से किया जा सकता है एक चूर्ण रूप में दूसरा ईंट बनाकर। प्रमुख अम्लीय ताप सह पदार्थ है सिलिका (SiO_2), ऐलुमिना (Al_2O_3), फायर क्ले या ऐलुमिनियम सिलिका ($Al_2O_3 2SiO_2 2H_2O$) इत्यादि।

2. क्षारीय ताप सह पदार्थ (Basic Refractory Materials) : इस प्रकार के पदार्थों का प्रयोग क्षारीय धातु मलो (Slag) हेतु किया जाता है। इन पदार्थों का विशेष गुण यह है कि वह मलों के साथ कोई रासायनिक अभिक्रिया नहीं करते हैं। ये पदार्थ प्राय: चूर्ण एवं ईंटों के रूप में किया जाता है। इन पदार्थों का अस्तर क्षारीय धातु मल वाली भट्टी में किया जाता है। प्रमुख क्षारीय ताप सह पदार्थ व उनके गुण नीचे दिये गये हैं—

(i) मैग्नेसाइट (Magnesite) : जब प्राकृतिक रूप में प्राप्त मैग्नेसाइट की शिलाओ को 1500°C तक गर्म करते हैं तो हमें मैग्नेसाइट प्राप्त होता है। जो रासायनिक अभिक्रिया होती है वह इस प्रकार है—

$$MgCO_3 \xrightarrow[1500°C]{Al} MgO + CO_2$$

फ्यूजन ताप लगभग 2800°C तक होता है।

(ii) डोलोमाइट (Dolomite) : डोलामाइट की ताप सहन क्षमता 1800°C-1950°C तक होती है। इसके द्वारा निर्मित ईंटे प्राय: सस्ती होती है। जिनका उपयोग भट्टियों में अस्तर लगाने के लिए किया जाता है। जब डोलामाइट शिला को लगभग 1600°C पर आक्सीकृत किया जाता है तो कैल्शियम एवं मैग्नीशियम के आक्साइड (CaO, MgO) प्राप्त होते हैं। डोलामाइट शिलाओं में मूलत: कैल्शियम एवं मैग्नीशियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) होते हैं।

(iii) क्रोम-मैग्नेसाइट (Chrome Magnesite) : इनकी ताप सह क्षमता सर्वाधिक होती है। साथ ही साथ ऊष्मीय झटकों को सहन करने की क्षमता भी अधिक होती है। इनका प्रयोग ओपन-हर्थ भट्टी में आर्क (Arch) बनाने में किया जाता है। ये अत्याधिक महँगी होने के कारण इनका उपयोग कम ही किया जाता है। इन पदार्थों में लगभग 70% मैग्नेसाइट एवं 30% क्रोमाइट तक होते हैं।

14.2-3 उदासीन ताप-सह पदार्थ (Neutral Refractories) : उदासीन ताप सह पदार्थ अम्लीय एवं क्षारीय दोनों प्रकार के धातुमलों (Slag) से कोई रासायनिक अभिक्रिया नहीं करते हैं। प्रमुख उदासीन ताप सह पदार्थ निम्नलिखित है—

(i) सिलीमनाइट ईंटें (Silimanite Bricks) : सिलीमनाइट पदार्थ लगभग 1900°C तक का फ्यूजन ताप सहन कर सकते हैं। इसमें लगभग 65% Al_2O_3 एवं 35% SiO_2 तक होता है।

(ii) क्रोमाइट ईंटें (Chromite Bricks) : क्रोमाइट ईंटें फैरस ऑक्साइड (FeO) एवं क्रोमियम ऑक्साइड (Cr_2O_3) से निर्मित होती है इसमें लगभग 32% Fe, एवं 68% Cr_2O_3 क्रोमियम ऑक्साइड होती है यह प्रकृति में स्वतंत्र रूप से क्रोमाइट अयस्क के रूप रहते हैं। इनकी ताप सहन क्षमता लगभग 2100°C तक होता है।

(iii) कार्बन तथा ग्रेफाइट ईंट (Carbon and Graphite Bricks) : इन पदार्थ में ताप सहन क्षमता एवं थर्मल शॉक सहन करने की क्षमता अधिक होती है परन्तु तापीय प्रसार गुणांक एवं चालकता अपेक्षाकृत कम होती है।

3.20 गालक (Flux)

ऐसे पदार्थ जिनका ग्लनांक बिन्दु (Melting Point) बहुत कम होता है, जो भट्टी के मल (Slag), ईंधन की राख, धातु की अशुद्धियाँ, जंग इत्यादि के साथ मिल सरलतापूर्वक बहने योग्य मल (Slag) का निर्माण करते हैं। वह गालक (Flux) कहलाते हैं। गालक की परत पिघली धातु को आक्सीकृत होने से बचाती है। लौह, अलौह धातुओं एवं मिश्र धातुओं हेतु विभिन्न प्रकार के गालकों का प्रयोग किये जाते हैं।

1. विभिन्न प्रकार के गालक (Types of Fluxes)—कुछ प्रमुख प्रकार के गालक व उनके अनुप्रयोग निम्न प्रकार से हैं—

(i) चूने पत्थर गालक का प्रयोग क्यूपोला भट्टी में पिग आयरन हेतु किया जाता है।

(ii) सोडियम क्लोराइड गालक का प्रयोग क्रुसिबल भट्टी में पिग आयरन के लिये किया जाता है।

(iii) जिंक क्लोराइड गालक का प्रयोग चाँदी (Silver) में किया जाता है।

(iv) सुहागे का प्रयोग ताँबे, पीतल, गन मैटल इत्यादि में गालक के रूप में होता है।

इन सभी गालकों के अतिरिक्त अलौह धातुओं के निम्न गालकों का अकेले या मिश्रण के रूप में प्रयोग किया जाता है। जैसे कि फ्लेसपार (Floorspar), साल-अमोनियक (Sal-Ammonic), चॉक (Chalk) सोडियम-कार्बोनेट (Sodium Carbonate), बेरियम-कार्बोनेट (Barium-Carbonate), मैग्नीज डाई आक्साइड (Magnese-di- oxide), कैल्शियम फ्लोराइड (Calcium-Floride) इत्यादि हैं।

2. गालक का वर्गीकरण (Classification of Flux) : गालकों को निम्न तीन भागों में वर्गीकृत किया जा सकता है—

(i) डी-गैसर (Degasser) : डी गैसर पिघली धातुओं के अंदर से गैसों को बाहर निकालते हैं। इस कार्य हेतु नाइट्रोजन या क्लोरीन गैस को पिघली धातु में से पास कराते हैं।

(ii) ग्रेन रिफाइनर (Grain Refiner) : ग्रेन रिफाइनर प्रायः अणुओं के मध्य रिक्त स्थानों (Gaps) को भरकर अणुओं को पास लाने का कार्य करते हैं। जिसकी वजह से धातु अधिक सामर्थ्यवान बन जाते हैं। इस कार्य के लिए टिटेनियम या टिटेनियम यौगिकों को प्रयोग किया जाता है।

(iii) कवर फ्लक्स (Cover Flux) : यह फ्लक्स के पिघली धातु की ऊपरी सतह पर आकर उसको वायुमण्डलीय प्रभाव से विरक्त या बचा लेते हैं। इस कारण वह ऑक्सीकृत नहीं होते हैं। इस प्रकार धातु के ऑक्सीकृत ना होने के कारण धातु की मात्रा की बचत हो जाती है एवं धात्विक ऑक्साइड इन्कलूजन (Oxide Inclusion) से भी बचाव हो जाता है।

3.21 ढलाईशाला में प्रयुक्त किये जाने वाले धात्विक पदार्थ (Metallic Materials used in Foundry Shop)

(i) पिग आयरन (Pig Iron) : पिग आयरन लौह अयस्क द्वारा प्राप्त होने वाला अशुद्ध एवं अपरिष्कृत (Crude) लोहा है। इसके मुख्य घटक लगभग 95% लौह, 4% कार्बन एवं शेष 1% में (गंधक, सिलिका, फास्फोरस) एवं अन्य अशुद्धियाँ होती हैं। इसका उत्पादन ब्लास्ट फर्नेस में किया जाता है।

(ii) ढलवाँ लौहा (Cast Iron) : ढलवाँ लौहे का निर्माण पिग आयरन को क्यूपोला भट्टी में गलाकर किया जाता है। ढलवाँ लौहे में कार्बन प्रायः 2% से 5% तक होता है। ढलवाँ लौह, कठोर एवं भंगुर होता है। ढलवाँ लौहे को कठोरीकृत तो कर सकते हैं पर पायनीकृत (Tempered) नहीं किया जा सकता है। ढलवाँ लौहे में कुछ विशेष गुण है जैसे कि देखने में भूरे रंग, या सफेद रंग का प्रतीत होता है। इसने चुम्बकत्व का गुण नहीं होता है। यह बनावट में रवेदार या दानेदार होता है, दबाव पड़ने पर मजबूत होता है, ग्लनांक लगभग 1200°C तक होता है, आपेक्षिक घनत्व 7.27, तनन सामर्थ्य लगभग 1.6×10^7 kg/m^2, संपीडन सामर्थ्य लगभग $8.3 \times 10^7 kg/m^2$ होती है। इसका निर्माण कच्चे लौहे या पिग आयरन कोयले एवं चूना पत्थर को परस्पर उचित अनुपात में मिलाकर क्यूपोला भट्टी में किया जाता है। इस लौहे का प्रयोग स्तंभो के बनाने में, बधनी, आधार पट्टो को बनाने में, पटरियों के निर्माण, गाडियों के पहिये बनाने में, बड़े पाइपो के निर्माण में किया जाता है।

(iii) काँसा (Bronze) : यह प्रायः ताँबे एवं टिन (Tin) का मिश्रण होता है। टिन का अनुपात 5% से 20% तक होता है। यह दिखने में सफेद होता है। इसके विशेष गुण निम्न हैं जैसे कठोर, मजबूत, स्थाई, जंग रोधी इत्यादि है। इनकी ढलाइयों आसानी से बना सकते हैं। इसका उपयोग प्रायः बर्तन, मूर्तियां, सिक्के, वैज्ञानिक उपकरण बनाने में होता है।

(iv) पीतल (Brass) : काँसा प्रायः ताँबे एवं जस्ते का मिश्रण होता है। साधारण पीतल में दोनो का अनुपात 2 : 1 होता है। यह अनुपात आवश्यकतानुसार कम या ज्यादा भी किया जा सकता है। पीतल प्रायः कुट्टय (malleable), तन्य (Ductile), होता है। ग्लनांक ताँबे से कम होता है पीतल का उपयोग बर्तन बनाने, ताले, नल, टोटियाँ, मूर्ति इत्यादि के निर्माण में किया जाता है।

(v) जस्ता (Zinc) : जस्ता प्रायः हल्के नीले रंग का रवेदार धातु है। इसका आपेक्षिक घनत्व लगभग 6.2 एवं ग्लनांक 420°C होता है साधारण ताप यह धातु भंगुर रहता है, 100°C से 150°C के मध्य तन्य, व 200°C पर फिर से भगुर हो जाता है। लौह तथा इस्पाती वस्तुओं पर इसका लेप किया जाता है क्योंकि यह जंग रोधी होता है। इनका उपयोग हाइड्रोजन बनाने, पीतल, मिश्रधातु, सैल, बैटरियों इत्यादि में किया जाता है।

(vi) सीसा (Lead) : सीसा नीला भूरे रंग का होता है। सीसे का ग्लनांक 326°C एवं आपेक्षिक घनत्व 11.36 है। इसको आसानी से काट सकते हैं। यह नमी पाकर काला पड़ जाता है। यह प्रायः नर्म, मृदु, तन्य, कुट्टय होता है। इसका प्रयोग पाइपों के जोड़ भरने, अम्लसह कक्ष (Acid Proof Chamber) बनाने, विद्युत तारो का खोल बनाने, गोलियाँ बनाने, संचायक सैल (Lead Accumulator) इत्यादि में होता है।

(vii) ऐल्युमिनियम (Aluminium) : ऐल्युमिनियम सर्वाधिक प्रयोग की जाने वाली धातु है। ये हल्के नीले सफेद रंग की होती है। ग्लनांक लगभग 658 °C एवं आपेक्षिक घनत्व 2.7 होता है। इसका प्रयोग इन्जनो के पुर्जे बनाने, नावो एवं जहाजों के पार्ट्स बनाने, बर्तन बनाने, विद्युत तार बनाने में किया जाता है। एल्युमिनियम मृदु, कुट्टय एवं डक्टाइल होता है। इसके चूर्णों को प्रलेपन में भी प्रयोग कर सकते हैं।

(viii) फास्फर काँसा (Phosphor Bronze) : फास्फर काँसा ताँबा, टिन एवं फास्फोरस का मिश्रण होता है। इसके मुख्य घटक 89%, ताँबा, 10% टिन एवं 1% फास्फोरस इत्यादि हैं। इनमें अच्छी तन्य सामर्थ्य होती है। इनका मुख्य उपयोग बियरिंग, ब्रुशों एवं गियर निर्माण में होता है।

(ix) घंटा धातु (Bell Metal) : घंटा धातु में 80% ताँबा एवं 20% टिन होता है। यह कठोर, भंगुर, जंग रोधक होता है। इनका प्रयोग घंटे निर्माण में होता है।

(ix) गन मैटल (Gun Metal) : फास्फर काँसा ताँबे, टिन एवं जस्ते का मिश्रण है। इसमे ताँबा 88%, टिन 10% एवं जस्ता 2% तक रहता है। यह प्रायः कठोर एवं मजबूत होते है। इनका उपयोग ढलाई, बन्दूकें, बियरिंग, वाल्व, ब्रुशों के निर्माण में होता है।

3.22 ढलाईशाला भट्टियों में प्रयुक्त होने वाले ईंधन (Fuels Used in Foundry Furnance)

ढलाईशाला भट्टियों में धातुओं को गलाने हेतु विभिन्न तरह के ईंधनों का प्रयोग किया जाता है। ईंधन चयन में दो मुख्य बातों को ध्यान रखना चाहिए। एक उनका दहन दूसरा ईंधनों के घटक या अवयव। साधारण शब्दो में ईंधन वह पदार्थ होते हैं जो आक्सीजन के संपर्क में आकर तीव्र रासायनिक क्रिया करने के पश्चात् अपनी आंतरिक ऊष्मा को ऊर्जा मे बदल देते हैं। ईंधन उच्च ताप पर शीघ्रता से ऊष्माप्रदान करते हैं।

नोट : दहन (Combustion) : दहन प्राय: एक तीव्र रासायनिक अभिक्रिया है। जिसमें कोई ईंधन शीघ्रतापूर्वक आक्सीजन के साथ क्रिया करने के पश्चात् समुचित ऊष्मा उत्पन्न करता है।

1. ईंधनों के अवयव (Constitutents of Fuels) : ईंधनों के दो मुख्य घटक या अवयव कार्बन व हाइड्रोजन है। इसके अलावा ईंधनों में थोडी मात्रा में नाइट्रोजन, आक्सीजन, गंधक इत्यादि भी होते हैं।

2. ईंधनों का वर्गीकरण (Classification of Fuels) : ईंधनों को दो मुख्य आधारों पर वर्गीकृत किया जा सकता है। एक उनकी प्राप्ति के आधार दूसरी उनकी भौतिक अवस्था।

(1) प्राप्ति के आधार पर (On the basis of Availability) : इस आधार पर ईंधनों को दो प्रकार के हो सकते हैं—

(i) प्राकृतिक या प्राथमिक ईंधन (Natural or Primary Fuels)

(ii) कृत्रिम या द्वितीयक ईंधन (Artificial or Secondary Fuels)

(2) भौतिक अवस्था के आधार पर (On the Basis of Physical State) :

(i) ठोस ईंधन (Solid Fuels)

(ii) गैसीय ईंधन (Gaseous Fuels)

(iii) द्रवीय ईंधन (Liquid Fuels)

3. प्रमुख प्राकृतिक एवं कृत्रिम ईंधन (Important Natural and Artificial Fuels) : प्राथमिक या प्राकृतिक ईंधन प्रकृति में स्वतंत्र रूप से पाये जाते हैं। कृत्रिम एवं द्वितीयक ईंधन प्राकृतिक पदार्थों का प्रयोग कर कृत्रिम तरीके द्वारा तैयार किये जाते हैं। ये भी तीनों अवस्था में पाये जाते हैं।

भौतिक अवस्था	प्राकृतिक या प्राथमिक ईंधन	कृत्रिम या द्वितीयक ईंधन
(1) ठोस	(i) बिटुमिनस कोल (Bituminous Coal)	(i) चारकोल (Charcoal)
	(ii) एन्थ्रेसाइट (Anthresite)	(ii) कोक (Coke)
	(iii) लिगनाइट (Lignite)	(iii) जीर्णक (Peat)
	(iv) जीर्णक (Peat)	(iv) चूर्णित कोयला (Pulverised Coal)
	(v) शेल (Shale)	(v) ब्रिक्यूइट कोल (Briquitted Coal)
(2) द्रव	(i) पैट्रोलियम या खनिज तेल	(i) ईंधन तेल (Fuel Oil)
		(ii) डीजल (Diesel)
		(iii) एल्कोहल (Alchohal)
		(iv) मिट्टी का तेल (Kerosine)
		(v) पैट्रोल (Petrol)
(3) गैसीय	(i) प्राकृतिक गैस (Natural Gas)	(i) कोल गैस (Coal Gas)
		(ii) जल गैस (Water Gas)
		(iii) एसीटीलीन (Acetylene)
		(iv) कोक ओवन गैस (Coke Oven Gas)
		(v) प्रोड्यूसर गैस (Producer Gas)
		(vi) धमन भट्टी गैस (Blast Furnace Gas)

4. ढलाईशाला भट्टियों के लिये ईंधनों का चयन (Selection of Fuel for Foundry Furnaces) : ढलाईशाला भट्टियों हेतु कृत्रिम तरीके से तैयार ठोस, द्रव एवं गैसीय ईंधनों का प्रयोग किया जाता है। ढलाईशाला में प्रयुक्त होने वाली भट्टियाँ गर्त भट्टी (Pit Furnace), क्यूपोला भट्टी (Cupola Furnace), विद्युत भट्टी (Electric Furnace) तेल-दग्ध एवं गैस-दग्ध (Oil fired and Gas Fired Furnaces) इत्यादि।

प्रत्येक भट्टी में अलग-अलग ईंधनों की आवश्यकता होती है। गर्त-भट्टी एवं क्यूपोला में मुख्यत: कोक (Coke), जोकि फास्फोरस एवं सल्फर रहित होता है। तेल-दग्ध (Oil Fired) भट्टियों में ईंधन तेल एवं गैसीय दग्ध (Gas Fired) भट्टी में गैस ईंधनों का प्रयोग होता है।

2.23 धातुओं को गलाने की भट्टियाँ (Furnaces for melting the Metal)

ढलाईशाला में प्रयुक्त की जाने वाली भट्टियाँ निम्नलिखित हैं। भट्टियों का प्रमुख कार्य धातु पिघलाने का है—

(i) क्रुसिबल या मूषा भट्टी (Crucible Furnace)

(ii) धातु पात्र (Metal Pot Furnace) भट्टी

(iii) विद्युत भट्टी (Electric Furnace)

(iv) वात्या भट्टी (Open hearth Furnace)

(v) नमनशील भट्टी (Tilting Furnace)

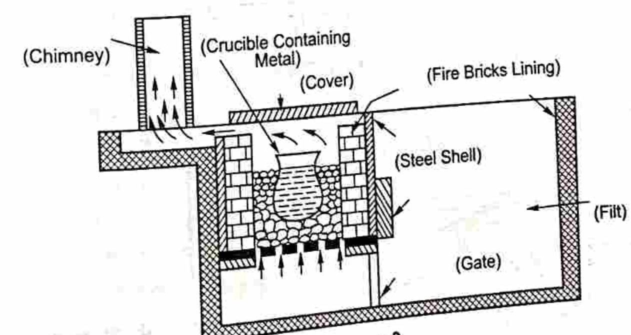
(vi) गर्त भट्टी (Pit Furnace)

(vii) धमन भट्टी (Blast Furnace)

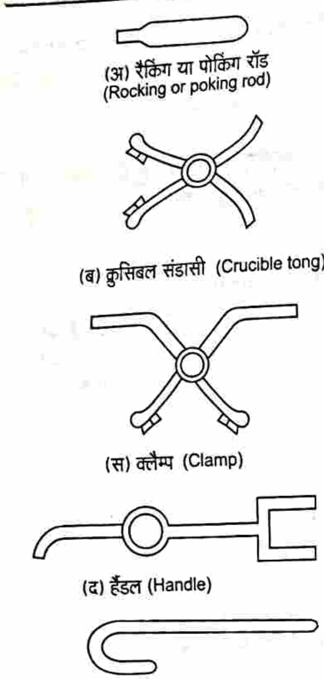
(viii) क्यूपोला भट्टी (Cupola Furnace)

इन सभी भट्टियों की कार्यविधि, लाभ, संरचना इत्यादि का वर्णन नीचे सचित्र किया गया है।

(1) मूषा या क्रुसिबल भट्टी (Crucible Furnace) : मूषा भट्टी की बनावट बहुत ही साधारण होती है। इस प्रकार की भट्टियों में अलौह एवं लौह दोनों प्रकार की धातु पिघलायी जा सकती हैं। इनके द्वारा हल्के उत्पादों का उत्पादन अधिक किया जाता है। इस प्रक्रम में सर्वप्रथम एक बेलनाकार गड्ढा बनाया जाता है, इसमें कुछ गहराई पर कुछ मृदु इस्पात की छड़े लगायी जाती हैं। छड़ों के नीचे से हवा झोंकने हेतु एक ब्लोअर को लगाया जाता है। गड्ढे के अंत: सतह पर कुछ ताप सह पदार्थों (ईंटो) का अस्तर किया जाता है। जिस धातु को गलाना होता है उसे मूषा में भरकर भट्टी के मुँह पर रख दिया जाता है। मूषा के नीचे एवं चारों तरफ ईंधन (कोयला) जला दिया जाता है। धातु के पिघलने के पश्चात् सन्ड़ासियों का प्रयोग कर धातु को साँचों में उड़ेल दिया जाता है।

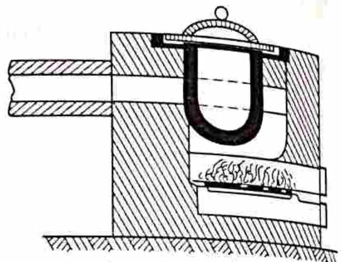


चित्र 40–मूषा भट्टी

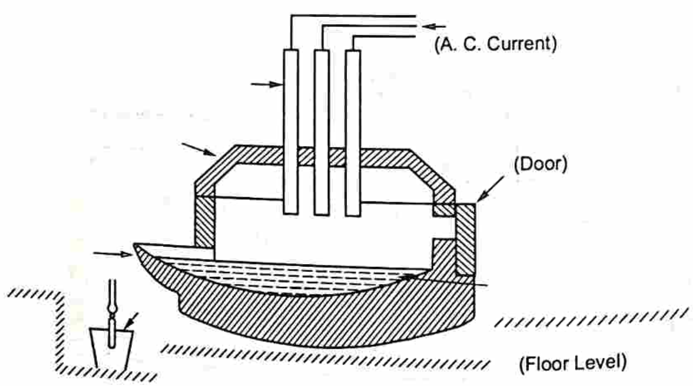


चित्र 41—क्रुसिबल भट्टी में प्रयुक्त हस्त औजार

(2) धातु पात्र भट्टियाँ (Metal Pot Furnace) : धातु पात्र भट्टियों में एक लौहे या इस्पात का बना पात्र लगा रहता है। इस प्रकार की भट्टियों में प्राय: शुद्ध पिघली धातु ही मिलती हैं, क्योंकि गलित धातुओं में किसी भी प्रकार का कोई अपद्रव्य नहीं मिलाते हैं। इस प्रकार की भट्टियों में प्राय: कम ग्लनांक ताप वाले एलॉय ही पिघलाये जाते हैं। भट्टी में ऊष्मा प्रदान करने हेतु ठोस तेल या गैसीय ईंधनों का प्रयोग किया जाता है।

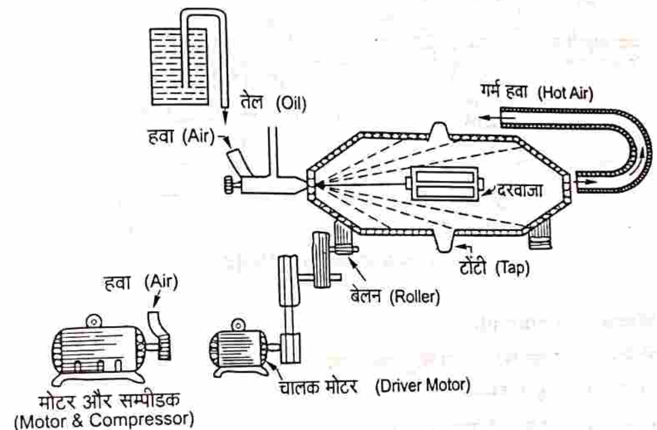

चित्र 42–धातुपात्र भट्टी

(3) विद्युत भट्टी (Electric Furnace) : विद्युत भट्टियों में धातुओं का गलन तीव्र, नियंत्रित, स्वच्छ एवं स्वरहीन होता है। इनके द्वारा लौह एवं अलौह दोनों प्रकार की धातुओं को सरलतापूर्वक पिघलाया जा सकता है। परन्तु मूल्यवान होने के कारण इस प्रक्रम का उपयोग काफी सीमित है, इसका उपयोग उच्च कोटि के इस्पात, मिश्रधातु आदि के निर्माण में ही अधिक किया जाता है। इन भट्टियों में ऊष्मा विद्युत शक्ति द्वारा प्रदान की जाती है। यह ऊष्मा तीन प्रकार से उत्पन्न की जा सकती है। ऊष्मा उत्पादन के तरीकों के आधार पर इस भट्टी को भी तीन भागों में बाँटा जा सकता है। एक सम्पर्क आर्क भट्टी (Direct Arc Furnace), दूसरी असम्पर्क आर्क भट्टी (Indirect Arc Furnace) एवं तीसरी प्रेरण भट्टी (Induction Furnace)।



चित्र 43–विद्युत भट्टी

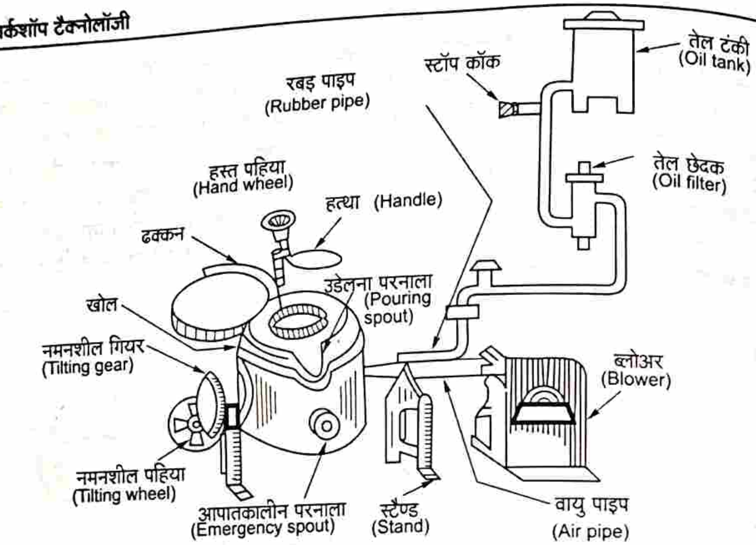
(4) तेल एवं गैस दुग्ध भट्टियाँ (Oid and Gas Fired Furnace) : नीचे दिये गये चित्र-5 में तेल दग्ध भट्टी की क्रियाविधि का सचित्र वर्णन किया गया है। ऐसी भट्टियों में ऊष्मा की उत्पत्ति तेलों या गैसों की सहायता से किया जाता है। इनके लाभ औरों की अपेक्षा अधिक होते हैं। जैसे तापनियंत्रण, तीव्र गलन एवं धातु में अन्य अवांछित अपद्रव्य (सल्फर, फास्फोरस इत्यादि) का मिलना कम होता है। इस प्रकार की भट्टियों में एक ड्रम (Drum) लगा रहता है। जिसकी अंत: सतह पर तापसह ईंटे लगी रहती हैं। यह ड्रम दो धुरियों पर झूलता रहता है। इसमें दो सिरे होते हैं एक सिरे पर तरल ईंधन या गैस ज्वालक होता है तो दूसरे सिरे पर एक मुख होता है जिससे गैसें बाहर आती है। ड्रम का संचालन विद्युत मोटरों एवं गियरों की सहायता से किया जाता है। तेल की मात्रा को नियंत्रित कर ऊष्मा एवं ताप भी नियंत्रित किया जा सकता है। चार्ज देने पर धातु आवश्यक तापक्रम तक गर्म होने के पश्चात् ड्रम में लगी टोंटी से बाहर आ जाती है।



चित्र 44—तेल दग्ध भट्टी

(5) नमनशील मूषा भट्टी (Tilting Crucible Furnace) : इस प्रकार की भट्टी की क्रियाविधि का सचित्र वर्णन नीचे दिये गये चित्र में स्पष्ट किया गया है। इस प्रकार की भट्टी में इस्पात निर्मित एक शैल होता है। शैल की अंत सतह (end surface) पर तापसह पदार्थों का एक अस्तर लगाया जाता है। शैल में धातु को पिघलाने हेतु क्रुसिबल रखे जाते हैं। इस क्रुसिबल के चारों तरफ का स्थान रिक्त होता है। जिसमें ज्वाला घूमती रहती है। जलने के पश्चात् गैसें बाहर आ जाती है। इस प्रकार की भट्टी में एक क्रुसिबल चेयर (Crucible Chair) लगी रहती है जोकि खोल की तली पर क्रुसिबल को नत कराने का कार्य करती है। शैलों के ऊपरी सिरों पर एक पोरिंग स्पाउट (Pouring Spout) लगा होता है जिसके द्वारा पिघली धातु बाहर उड़ेली जाती है। शैल के निचले सिरे पर एक आपातकालीन स्पाउट (Emergency Spout) भी होता है जिसका उपयोग उस समय करते हैं। जब क्रुसिबल की पिघली हुयी धातु शैल में गिर जाये। शैल एक ढक्कन द्वारा ढका रहता है इसे हत्थों की सहायता से सरकाया जाता है। भट्टी प्राय: दो बियरिंग (Bearing) के द्वारा स्टैण्ड पर टंगी रहती है। इस भट्टी को नमनशील पहियों (Tilting Wheels) एवं नमनशील गियर (Tilting Gear) की मदद से झुकाते हैं।

भट्टी में ईंधन तेल कणीकृत (Atomize) की अवस्था में जलता है। भट्टी में एक तेल बर्नर (Oil Burner) लगा रहता है जिससे तेल टंकी (Oil Tank) एवं फिल्टर (Filter) से गुजरने के पश्चात् तेल की उचित मात्रा एवं वायु की नियंत्रित मात्रा दोनों आती है। जिसके कारण तेल कणीकृत होने के पश्चात् ज्वाला उत्पन्न करता है जो भट्टी में पहुँचकर धातु को पिघलाने का कार्य करती है।



चित्र 45—नमनशील प्रकार की क्रुसिबल भट्टी

क्रिया विधि (Working Principle)

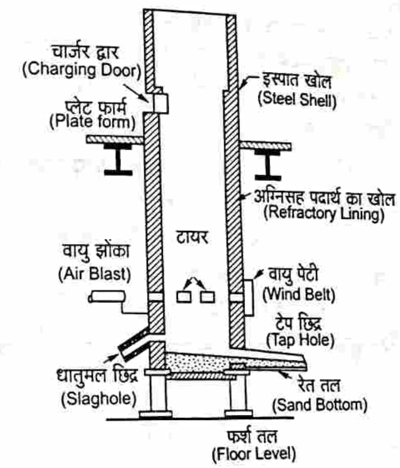
सबसे पहले शैल में क्रुसिबल रख, वांछित धातु उसमें डालते हैं। तेल की टंकी में तेल भर दिया जाता है। इस मशीन की क्रियाविधि निम्न चरणों में पूर्ण होती है—

ज्वलन (Firing) : तेल बर्नर में ज्वाला पैदा करने हेतु कोई पुराना कपड़ा या रुई केरोसिन तेल में भिगोकर बर्नर पर रखते हैं। बर्नर को अच्छी तरह गर्म किया जाता है इसके पश्चात् ब्लोअर की सहायता से वायु को नियंत्रित कर बर्नर की ओर भेजते हैं। तेल टंकी का वाल्व खोलकर तेल का प्रवेश बर्नर में कराते हैं जो कणीकृत (atomize) होने के पश्चात् धातु को पिघलाने का कार्य प्रारंभ करता है।

धातु का पिघलना (Melting of Metal) : धातु का पिघलना धातु के क्रुसिबल को लगभग गर्म होने के 45 मिनट बाद प्रारंभ होता है। लगभग 1 घंटे के पश्चात् तेल का जलना एवं वायु की मात्रा कम करते हैं। इस प्रकार एक अपचयन ज्वाला (Reducing Flame) प्राप्त होती है जो कि धातु को पिघलाती है। जब धातु का पिघलना प्रारंभ होता है तो उस पर कोयले का चूर्ण छिड़क देते हैं। पिघली धातु प्राप्त होने पर तेल व वायु का प्रवाह बंद कर देते हैं। पिघली धातु को लैडल की सहायता से साँचों में उड़लते हैं। गालक डालकर मैल उतार दिया जाता है।

ऊष्मा नियंत्रण (Heat Control) : बर्नर में ज्वाला उत्पन्न होने के लगभग 15 मिनट पश्चात् वायु को पूर्ण रूप से खोल दिया जाता है एवं तेल को नियंत्रित कर ज्वाला उत्पन्न की जाती है। दाब को इस प्रकार नियंत्रित रखते हैं कि ज्वाला क्रुसिबल के चारों ओर प्रवाहित हो सके। जिस कारण तेल की कम मात्रा एवं पिघलने में कम समय लगता है।

(6) क्यूपोला भट्टी (Cupola Furnace) : दिये गये चित्र–7 में एक क्यूपोला भट्टी दर्शायी गयी है। इस भट्टी का प्रयोग ढलवाँ लौहे को गलाने में सामान्यत: किया जाता है। क्यूपोला भट्टी का निर्माण इस्पात प्लेटों का रिवेट जोड़ द्वारा किया जाता है। भट्टी की रचना बेलनाकार साँचे की तरह होती है। भट्टी की भीतरी सतह पर तापसह पदार्थ का अस्तर लगाया जाता है जिसका बेस इस्पात अथवा पक्की चिनाई द्वारा निर्मित किया जाता है। भट्टी के शिखर पर एक चार्जर द्वार बना होता है, जिसके द्वारा भट्टी हेतु आवश्यक ईंधन डाला जाता है। चार्जर द्वारा कब्जों पर टिका रहता है। भट्टी के तलों पर अंदर की ओर खुलने वाली प्लेटें लगायी जाती है। उस तल पर रेत की एक ढलवा परत चढ़ी रहती है। इसके सामने ही पिघली धातु की निकासी के प्रबंधन हेतु एक छिद्र बनाया जाता है। इस छिद्र के ऊपर एक अन्य छिद्र भी होता है जिसके द्वारा धातु मैल बाहर निकाला जाता है। हवा के प्रवाह हेतु एक वायु पेटी (Wind Belt) से सम्बन्धित ब्लोअर (Blower) लगाया जाता है। यह वायु पेटी वायु को भट्टी की दीवारों के छिद्रों (Tures) द्वारा समानता से वितरित करती है। वायु पेटी व ब्लोअर के बीच एक वाल्व भी लगाया जाता है ताकि वायु की गति नियंत्रित की जा सके। चार्जिंग द्वार के नीचे ही एक भरण प्लेट फार्म (Charging Platform) लगा रहता है जहाँ व्यक्ति खड़ा रहकर चार्ज डालता रहता है। भट्टी के शिखर पर एक चिमनी लगी होती है जिससे गैसें (Gases) बाहर आती है। इस चिमनी के ऊपर एक चिंगारी धारक (SparkArrester) लगा होता है जो कि चिगारियों को उड़कर बाहर आने से रोकता है। क्यूपोला भट्टी में निम्न क्षेत्र होते हैं—



चित्र 46—क्यूपोला भट्टी

(i) हर्थ अथवा क्रुसिबल (Hearth or Crucible) : यह क्षेत्र ट्रायर (Tyres) के नीचे होता है जहाँ पर पिघली धातु एकत्रित होती है।

(ii) दीवार या ट्रायर क्षेत्र (Tuyer Zone) : यह क्षेत्र ट्रायरों द्वारा घिरा रहता है।

(iii) प्रज्वलन क्षेत्र (Combustion Zone) : यह क्रुसिबल के ऊपर का क्षेत्र होता है, यही पर ईंधन का दहन होता है जो कि क्यूपोला को अधिक ताप प्रदान करता है।

(iv) रिडक्शन क्षेत्र (Reduction Zone) : प्रज्वलन क्षेत्र के ऊपर का भाग रिडक्शन क्षेत्र कहलाता है। इस क्षेत्र में तापमान 1600°C से घटकर 1200°C तक रह जाता है। इस क्षेत्र में कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2), कार्बन एवं ऑक्सीजन में परिवर्तित हो जाता है।

(v) संगलन क्षेत्र (Melting Zone) : कोक ईंधन की ऊपरी परत से शुरू होने वाला क्षेत्र संगलन क्षेत्र कहलाता है। धातु पिघलने के पश्चात् नीचे हर्थ में इकट्ठी हो जाती है। इस क्षेत्र का ताप सर्वाधिक लगभग 1600°C से लेकर 1700°C तक रहता है।

(vi) प्रीहीटिंग क्षेत्र (Preheating Zone) : संगलन क्षेत्र से लेकर भरण द्वार तक का क्षेत्र प्रीहीटिंग क्षेत्र कहलाता है। प्रीहीटिंग क्षेत्र में ही चार्ज डाला जाता है।

क्यूपोला चार्जिंग (Charging of Cupola)

क्यूपोला चार्जन हेतु कच्चा लोहा (Pig Iron), स्क्रैप लोहा (Scrap Iron), चूना पत्थर (Lime Stone) एवं कोक (Coke) का प्रयोग किया जाता है। कच्चा लोहा, कोक एवं चूना पत्थर लगभग **30 : 3 : 1** में होता है। स्क्रैप लोहे की उपस्थिति के कारण कोयले के बड़े-बड़े टुकड़े एवं उसकी quality हेतु कच्चा लोहा एवं कोक का अनुपात लगभग 6 से लेकर 8 : 1 तक बढ़ा दिया जाता है। कोक का कार्य ऊष्मा पैदा करना, चूने पत्थर का कार्य धातु मैल को निकाल पिघली धातु के ऊपर एकत्र करना होता है। सर्वप्रथम कार्य प्रारम्भ करने से पूर्व भट्टी की साफ सफाई व मरम्मत की जाती है फिर तल पर एक रेत की ढलवा परत चढ़ा दी जाती है। फिर इस तल पर लकड़ी के कुछ गुटके रख मिट्टी का तेल छिड़का जाता है। इसके पश्चात् उस पर कोक डाला जाता है जिससे सतह ट्वीयरों (Tuyres) से थोड़ा ऊपर उठ जाती है। भट्टी को प्रज्वलित करने के पश्चात् निरंतर कोक, कच्चा लोहा एवं चूना पत्थर का चार्जन किया जाता है। भट्टी धीरे-धीरे सुलगना प्रारंभ करता है जब वह पूर्ण रूप से सुलग जाये तो ब्लोअर द्वारा वायु को प्रवाहित किया जाता है। लगभग 5 से 6 मिनट पश्चात् धातु गलना प्रारंभ हो जाता है। धातु की पर्याप्त मात्रा के पिघलने के पश्चात् पिघली धातु को छिद्र से बाहर निकाल लिया जाता है। धातु मैल एवं गंदगी को मैल छिद्र की सहायता से बाहर निकाल दिया जाता है।

क्यूपोला भट्टी के चालन में सावधानियाँ (Precaution in operating the Cupola furnace)

क्यूपोला भट्टी के चालन में निम्नलिखित सावधानियाँ बरतनी चाहिये—

(i) क्यूपोला चार्जिंग हेतु आवश्यक सामग्री को बड़े टुकड़े में नहीं रखना चाहिये।
(ii) गलित धातु निश्चित समयांतराल पर बाहर निकाल लिया जाता है।
(iii) गलित धातु ट्वीयरों के तल तक नहीं पहुँचनी चाहिए।
(iv) निश्चित समयांतराल पर लोह छड़ डालकर ट्वीयरों के पास एकत्र धातु, धातु मैल एवं कोक के टुकड़ों को हटाते रहना आवश्यक होता है।
(v) वायु की प्रवाह की मात्रा नियंत्रित होनी चाहिए।
(vi) निकास छिद्र को अच्छी तरह से बंद कर देना चाहिए।
(vii) कार्यकर्त्ता या कर्मचारी को चमड़े निर्मित वस्त्र धारण करने चाहिए।
(viii) निकास छिद्र को मिट्टी डाल कर बंद करना चाहिए ताकि पिघली धातु की छींटे कार्यकर्त्ता पर न पड़े।

क्यूपोला के विनिर्देश (Specifications of Cupola) : क्यूपोला का विनिर्देश उसकी गलन क्षमता, खोल के अंत: व्यास, कुल ऊँचाई, खोल की प्लेटों की मोटाई, ट्वीयरों (Tuyres) की संख्या, ब्लोअर की क्षमता इत्यादि पर निर्भर करता है।

क्यूपोला भट्टी के लाभ (Advantages of Cupola)

क्यूपोला भट्टी के प्राय: निम्न लाभ होते हैं—

(i) इसका संचालन तथा पोषण सस्ता होता है।
(ii) यह कम फ्लोर स्पेस घेरती है।
(iii) इसका संचालन निरंतर लम्बे समय तक किया जा सकता है।
(iv) इसकी बनावट एवं प्रचालन सरल होता है।
(v) धातु गलन की दर उच्च होती है।
(vi) इसकी प्रारम्भिक लागत कम होती है।

क्यूपोला जमन (Jamming of Cupola)

कभी-कभी चालक की असावधानियों के कारण क्यूपोला संचालन में कुछ रूकावट आ जाती है उसे क्यूपोला जमन कहा जाता है। अर्थात् जब धातु का गालन एकाएक रुक जाता है, एवं वह निकास द्वार से बाहर नहीं निकल पाता है। इसका प्रमुख कारण कोक द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा की मात्रा में कमी आना होता है। इस दोष के कुछ कारणों का वर्णन नीचे किया गया है। जमन प्राय: दो प्रकार का हो सकता है एक स्थायी दूसरा अस्थायी। अस्थायी जमन कम समय में ही समाप्त कर लिया जाता है। स्थायी जमन के प्रमुख कारक है कोक की अपर्याप्तता, सामग्री टुकड़ों का बड़ा आकार, अनियमित चार्जन, वायु की अपर्याप्त मात्रा, कोक की मात्रा कम होना जबकि अस्थायी जमन का प्रमुख कारक ट्वीयरों का अवरूद्ध हो जाना होता है। स्थायी जमन तब होता है तब पिघली धातु या मैल वायु में मिलकर ट्वीयरों के ऊपर जमने के पश्चात् उनका मार्ग अवरूद्ध कर देती है। उपरोक्त वर्णित जमन कारकों का संक्षिप्त वर्णन निम्न प्रकार से है—

(i) तल में कोक की अपर्याप्तता (Insufficient of Coke in Base) : कोक को प्राय: ट्वीयरों (Tuyres) के ऊपर तक रखनी चाहिए। ताकि इसके द्वारा उत्पन्न होने वाली ऊष्मा चार्ज सहित भट्टी के गर्म होने के पश्चात् भी धातु एक निश्चित तापक्रम तक गलित अवस्था में ही रहें। इसमें कमी आने पर ऊष्मा की बहुत बड़ी मात्रा भट्टी को गर्म करने में ही व्यय हो जाती है। जिससे धातु को पिघलाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा बहुत कम रह जाती है।

(ii) अनियमित चार्जन (Improper Charging) : चार्जन हेतु कच्चे लोहे, स्क्रैप लोहे, कोक एवं चूने पत्थर को पर्याप्त मात्रा में चार्जन द्वार से प्रेषित करते रहना चाहिए। इसके साथ ही इस मिश्रण में इन अवयवों का अनुपात भी सुनिश्चित मात्रा में होना चाहिए।

(iii) सामग्री टुकड़ों का बड़ा आकार (Larger piece of Charge) : अत्यधिक बड़े कोक के टुकड़े भी अधजले रह जाते हैं। जिसके कारण पर्याप्त मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न नहीं हो पाती है और धातु गालन भी उचित मात्रा में नहीं हो पाता है। सभी सामग्री के टुकड़े ज्यादा बड़े नहीं होने चाहिए क्योंकि बड़े टुकड़े अधिक ऊष्मा शोषित करते हैं एवं गलने में भी कठिनाई होती है।

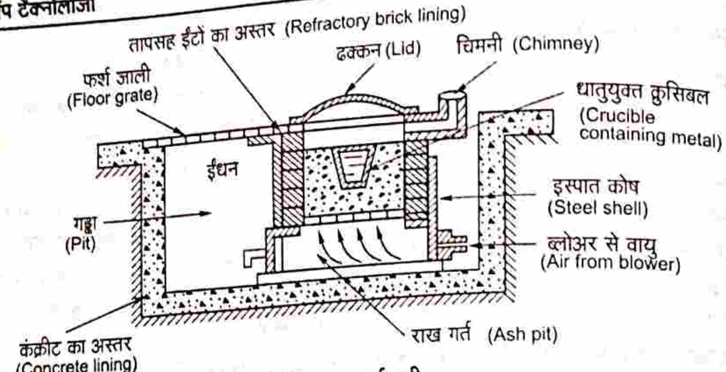
(iv) वायु की अपर्याप्त सप्लाई (Insufficient Charging of Air)-: वायु की मात्रा को नियंत्रित करने हेतु वायु पेटी एवं ब्लोअर के मध्य एक वाल्व लगाया जाता है। अपर्याप्त वायु भी धातु गलन में बाधा पैदा करती है।

(v) मिश्रण में कोक का अनुपात कम होना (Lack of Coke Percentage in Mixture) : कोक की किस्म, धातुओं के गुणों, भट्टी की दशाओं, आदि तथ्यों को ध्यान में रखकर ही कोक का अनुपात मिश्रण में डालना चाहिए। कोक की मात्रा में कमी होने पर गलन दर घटती जाती है।

(vi) ट्वीयरों का अवरूद्ध होना (Chocking of Tuyres) : कोक टुकडा कभी कभी ट्वीयरों में धँस जाता है जिस कारण वायु की पर्याप्त मात्रा भीतर नहीं पहुँच पाती है। कोक के अतिरिक्त प्रयुक्त होने वाली सामग्री के टुकड़े भी यह अवरोध उत्पन्न कर सकते हैं। कर्मचारी को समय-समय पर ट्वीयरों या छिद्रों का साफ करते रहना चाहिए। जिससे वायु का निरंतर प्रवाह हो सके।

(7) गर्त भट्टी (Pit Furnace)

दिये गये चित्र (8) में एक पिट भट्टी का चित्र दर्शाया गया है। भट्टी की संरचना वृत्ताकार या आयताकार काट की तरह होती है। यह एक प्रकार का आयताकार खोल होता है। इसकी अंत: सतह पर तापसह ईंटों को अस्तर लगा रहता है। खोल की तली में एक जाली (Grate) एवं शिखर पर ढक्कन लगा रहता है। ढक्कन एडजस्टेबल होता है जो कि आवश्यकतानुसार हटाया व लगाया जा सकता है। भट्टी तल के नीचे 25cm गहरी एक राख गर्त (Ashpit) बिछायी जाती है एवं 13cm से लेकर 15cm नीचे बीचो बीच से वायु का पाइप निकला रहता है। इस पाइप का संबंध ब्लोअर (Blower) से होता है। राख गर्त (Ashpit) को नीचे से निकालने हेतु एक द्वार (Gate) का प्रबंध रहता है।



चित्र 47—गर्त भट्ठी

क्रियाविधि (Working)

(i) भट्ठी जलाने की तैयारी (Preparation of Charging) : सर्वप्रथम गलाने वाली धातु को क्रुसिबल में दहकते हुए कोक के ऊपर रखा जाता है। भट्ठी को जलाने से पूर्व उसकी साफ सफाई सफलतापूर्वक कर लेनी चाहिए इस कार्य हेतु क्रोबार (Crow Bar) या छैनी-हथौड़ों की सहायता से भट्ठी के अस्तर की चिपिंग की जाती है। चिपिंग कर मैल (Slag) बाहर कर दिया जाता है। अस्तर भी देख लेना चाहिए यदि कोई तापसह: ईंट टूटी पड़ी हो तो ईंटों को सही कर लेना चाहिए।

(ii) भट्ठी में आग लगाना (Firing in Furnace) : इस कार्य हेतु भट्ठी के तल पर लकड़ी बिछायी जाती है उनके ऊपर मिट्टी का तेल छिड़ककर आग लगाते हैं। आग जलने के पश्चात् कोक का चार्ज डाला जाता है। कोक के लाल हो जाने पर रैकिंग बार (Racking Bar) की मदद से कोक को निकालकर क्रुसिबल को रख देते हैं।

(iii) चार्जिंग (Charging) : क्रुसिबल को क्लैम्प (Clamp) से पकड़कर भट्ठी के बीच बने रिक्त स्थान पर रख दिया जाता है। इस क्रुसिबल में पिघली धातु की निश्चित मात्रा तोल कर टुकड़ो के रूप में डाल दी जाती है। क्रुसिबल के चारों तरफ कोक घेरा बनाया जाता है। द्वार (Gate) पर ईंटों या इस्पात की चादरों की तह लगाकर गारा का लेप चढ़ा दिया जाता है।

(iv) ऊष्मा नियंत्रण (Heat Control) : लगभग आधा घंटे तक कोक जलने के पश्चात् उसके द्वारा उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा भी कम हो जाती है। इस कारण धातु का गलन अपूर्ण रह जाता है। इसे पूर्ण रूप से गलाने हेतु और कोक भी डालना पड़ता है। यदि कोक द्वारा उत्पन्न ऊष्मा अधिक हो जाये तो आक्सीकरण का खतरा बढ़ जाता है इस दशा में दहकता हुआ कोक भट्ठी के बाहर निकालना पड़ता है।

(v) धातु का पिघलाना (Melting of Metal) : लगभग 1.5 घंटे तक गर्म करने के बाद रैकिंग बार की सहायता से यह जाँच की जाती है कि क्रुसिबल में उपस्थित धातु पिघली है अथवा नहीं। धातु के पिघली होने की दशा में उसे थोड़ी और ऊष्मा प्रदान कर ढलाई योग्य बनाया जाता है। ढलाई की योग्यता जाँचने हेतु उसमें फिर से रैकिंग बार डाला जाता है यदि वह छड़ पर नहीं चिपकती है तो यह समझा जाना चाहिए कि धातु ढलाई योग्य बन गयी है। इसके पश्चात् ब्लोअर को ऑफ कर देते हैं। इसके पश्चात् प्राप्त पिघली धातु को लैडल की सहायता से साँचों में उड़ेल दिया जाता है।

सावधानियाँ (Precautions)

(i) कोक बैड का निर्माण क्रुसिबल की तली के लगभग 30cm नीचे तक करना चाहिए ताकि वायु प्रवेशित न हो सके। वायु का प्रवेश होने पर पिघली धातु के ठण्डा होकर क्रुसिबल में एकत्र होने का खतरा बढ़ जाता है।

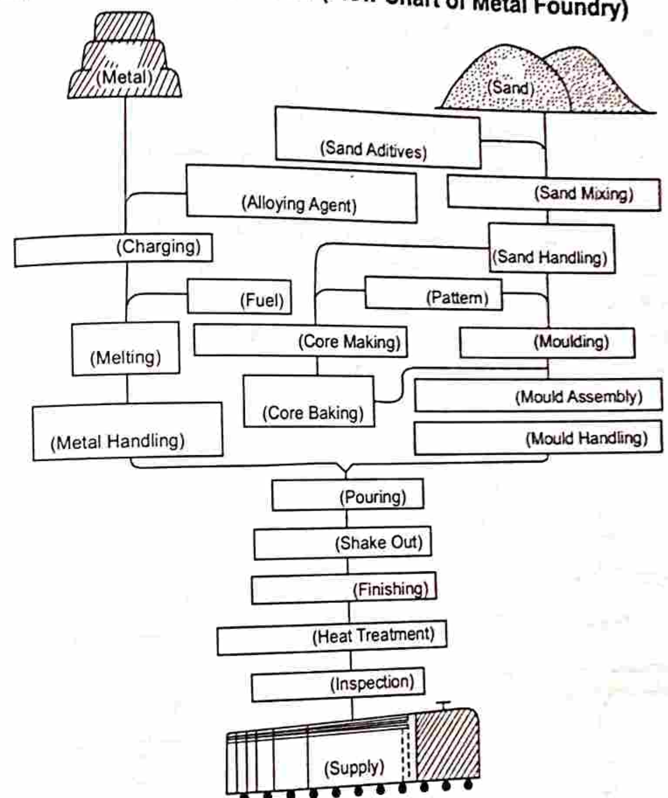
(ii) क्रुसिबल को कोक बैड की ऊर्ध्वाधर स्थिति में स्थापित करना चाहिए ताकि पिघली धातु भट्ठी में गिरने के पश्चात् जाम उत्पन्न न करें।

(iii) ब्लोअर को धातु के पिघलने तक निरंतर संचालित करना चाहिए।

(iv) ढलाई प्रक्रिया पूर्ण होने के पश्चात् क्रुसिबल की साफ सफाई कर लेनी चाहिए।

(v) पिघली धातु का ताप ढलाई के योग्य हो जाने पर क्रुसिबल को भट्ठी से बाहर निकाल लेना चाहिये।

3.24 धातु ढलाई संक्रियाओं का प्रवाह आरेख (Flow Chart of Metal Foundry)



चित्र 48–धातु ढलाई संक्रियाओं का बहाव आरेख

3.25 साँचों में धातु उड़ेलना (Pouring of Metal in Moulds)

धातु का पिघलने के पश्चात् उस पिघली धातु को साँचों में सरलतापूर्वक एवं सावधानीपूर्वक पलटने या उड़ेलने की क्रिया को धातु उड़ेलना कहा जाता है। यह ढलाईशाला की महत्वपूर्ण क्रियाओं में से एक होती है। उचित ढलाई प्राप्त करने में पिघली धातु को तापक्रम महत्वपूर्ण स्थान रखता है। पिघली धातु का तापमान एक उपयुक्त पायरोमीटर (Pyrometer) की सहायता से सरलतापूर्वक मापा जा सकता है। यदि पिघली धातु का तापमान नियत तापमान से अधिक होगा तो ढलाईयों में ब्लो-छिद्र (Blow-Holes) जैसे दोष उसमें आ सकते हैं। वहीं दूसरी तरफ तापमान कम होने पर धातु साँचों में शीघ्रतापूर्वक जम जाती है जिसके कारण ढलज (Casting) अपूर्ण रह जाती है। इसलिए पिघली धातु को उचित तापमान पर साँचों में समान दर से डालना चाहिए ताकि गुहिका (Cavity), रनर (Runner) एवं राइजर (Riser) आदि ठीक प्रकार से भर जाये। पिघली धातुओं को साँचों तक ले जाने हेतु विभिन्न प्रकार के पात्रो का प्रयोग करते हैं। यह पात्र लैडल (Ladle) कहलाते हैं। भट्ठी से साँचों तक लैडलों को पहुँचाने हेतु हस्त या यांत्रिक विधि का प्रयोग किया जाता है।

14.9 विभिन्न प्रकार के लैडल (Types of Ladles)

पिघली धातु को साँचे तक ले जाने के लिए लैडल का प्रयोग होता है एवं लैडल को साँचे तक ले जाने की विधि अनुसार लैडल निम्न मुख्य प्रकार के होते हैं—

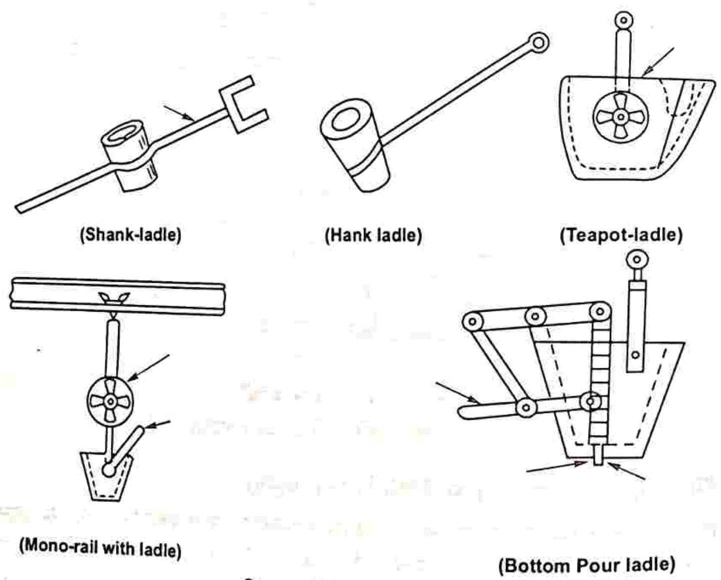
(i) दस्ती लैडल (Hand Ladle) : इस प्रकार की लैडल छोटे आकार की होती है एवं इनके द्वारा कम मात्रा में ही धातु उड़ेली जा सकती है।

(ii) शैंक लैडल (Shank Ladle) : इस प्रकार की लैडलों का प्रयोग तब किया जाता है जब कम मात्रा में ढलाई बनानी होती है। इनकी धातु ग्रहण करने की क्षमता 15kg-30kg तक होती है।

(iii) चायपात्र लैडल (Teapot Ladle) : इस प्रकार के लैडलो का प्रयोग छोटे या मध्यम साइज के साँचों में धातु उडेलने के लिए किया जाता है।

(iv) मोनोरेल सहित लैडल (Monorail With Ladle) : इस प्रकार के लैडलों में एक विशेष प्रकार की मोनोरेल (Monorail) का प्रयोग किया जाता है। इनके मुख्य घटक मोनोरेल, ट्राली एवं लैडल होते हैं। इनमें धातु अधिक मात्रा में भरी जा सकती है। यह एक प्रकार की यांत्रिक विधि है।

(v) तली निकास लैडल (Bottom Pour Ladle) : इस प्रकार के लैडलों का उपयोग मुख्यतया: बालू फर्श में निर्मित बड़े आकार के साँचों तक धातु पहुँचाने के लिए किया जाता है।



चित्र 49–विभिन्न प्रकार के लैंडल

3.26 ढलजों में पाये जाने वाले दोष एवं उनके उपचार(Defects find in casting and their Remedies)

ढलजों में पाये जाने वाले दोषों का वर्णन नीचे किया गया है—

(i) ब्लो होल (Blow Holes) : ये प्राय: छोटे-छोटे छिद्र होते हैं जो ढलजों के पृष्ठ पर या अन्दर उत्पन्न होते हैं। इसका मुख्य कारण है बालू का अधिक भीगना, बालू की कुटाई अधिक होनी, संरंध्रता की कमी होना। इन सभी तथ्यों को नियंत्रित कर यह दोष नियंत्रित किया जा सकता है।

(ii) रेत छिद्र (Sand Holes) : इन्हे पात भी कहा जाता है। ये भी ढलजो में ऊपरी पृष्ठ या आंतरिक दीवारों दोनो पर ही उत्पन्न होते है जिसका मुख्य कारण साँचों की दीवारों से रेत का छूटकर गिरना होता है। इस दोष से बचने हेतु पिघली धातु को तीव्रता से नहीं उड़ेलना चाहिए।

(iii) कोल्ड शट (Cold Shut) : इस प्रकार के दोष तब उत्पन्न होते हैं जब आपस में तरल अवस्था में न मिलने के कारण ढलज उस बिन्दु पर कमजोर पड़ जाता है। इन दोषों से बचाव हेतु पिघली धातु को स्थितिनुसार अधिकतम ताप तक गर्म किया जाता है।

(iv) दरारें (Cracks) : यह दोष प्राय: पिघली धातुओं के ठण्डे होने पर ढलज के विभिन्न भागों में असमान संकुचन के कारण उत्पन्न होते हैं। इनसे बचाव हेतु उत्पादो में उपयुक्त डिजाइन परिवर्तन जरूरी होता है।

(v) पौर्ड शॉर्ट (Pured Short) : इस प्रकार के दोष पिघली धातु को कम मात्रा में उडेलने के कारण उत्पन्न होते हैं।

(vi) जाला पड़ना (Hany Combing) : इस प्रकार के दोषों में ढलजों की बाहरी सतहों पर समीप-समीप काफी छिद्र बन जाती है। जिनका मुख्य कारण धातु में तैरते अवांछनीय पदार्थ होते हैं। इस प्रकार के दोषों से बचाव हेतु पिघली धातु को साँचों में उडेलने से पूर्व काछन (Skimming) करना पड़ता है।

(vii) पपड़ी या कटाव एवं स्खलन (Cuts & Washes) : इस प्रकार के दोषों के कारण ढलजों की सतहों पर रेत युक्त कठोर खुदरापन आ जाता है जिसका मुख्य कारण रेत की असमान कुटाई, अत्याधिक जलांश, संरंध्रता मे कमी होते हैं।

(viii) उत्थापन एवं हटाव (Lifts & Shifts) : ये दोष प्राय: बाहरी दोषों की श्रेणी में आते हैं, जो संचकन बाक्सों (Moulding Boxes) के परस्पर असमयोगन (Mismatching) एवं कोप (Cope) के धातु प्रवाह बल से ऊपर उठने के कारण पैदा हो जाते हैं। इनसे बचाव हेतु धातु उड़ेलने के पश्चात् बॉक्सों को ठीक प्रकार समायोजित कर उनके ऊपर भार रख देते हैं।

(9) अन्त: वायु गोह (Internal Air Pockets) : इस प्रकार के दोष पिघली धातु को तीव्र गति से उड़ेलने के कारण उत्पन्न हो जाते हैं। तीव्र गति से धातु उड़ेलने के कारण अंदर वायु बंद हो जाती है। इनसे बचाव हेतु धातु को धीमी गति से उड़ेलना चाहिए।

(10) तप्त विदारण (Hot Tears) : इस प्रकार के दोषों का मुख्य कारण पिघली धातु का ठण्डा होने के पश्चात् ठोस होने के कारण उसकी सामर्थ्य में आने वाली कमी होती है। जिस कारण ढलज पिंडन द्वारा लगने वाले उच्च प्रतिबलों को सहन करने में असमर्थ हो जाते हैं तथा धातुओं के अंदर एवं बाहर कुछ दरारें आ जाती है। इनके अन्य कारण दोषपूर्ण डिजाईन, साँचों की कठोरतापूर्वक कुटाई इत्यादि हैं।

(11) सूजन (Swelling) : इस दोष के कारण ढलजों की सतह किसी-किसी स्थान पर उभर जाती है। इसका मुख्य कारण बालू की असमान कुटाई है।

(12) धातु प्रवेश (Metal Penetration) : इस प्रकार के दोष मोटे कण वाली बालू एवं हल्की कुटाई के कारण उत्पन्न होते हैं। जिस कारण गलित धातु बालू कणो चारों तरफ के रिक्त स्थानों में प्रवेश कर बालू कणों को जकड़ लेती हैं एवं वह अलग नहीं हो पाते। इनसे बचाव हेतु बारीक कण वाली बालू का उपयोग एवं उचित कुटाई कर किया जा सकता है।

(13) संकुचन गुहिका (Shrinkage Cavities) : इस प्रकार के दोष धातुओ के भीतर रिक्त स्थानों के रूप में या पृष्ठ अवनमन के रूप में उत्पन्न होते हैं। जिनका मुख्य कारण धातु के पिंडन के समय आयतनिक संकुचन होने के कारण उत्पन्न होते हैं। राइजर, रनर इत्यादि के प्रभरण (Feeding) द्वारा धातु की कमी का पूर्ण कर इन्हें नियंत्रित किया जा सकता है।

(14) गलन (Fusion) : यह दोष धातुओं की उच्च ताप सहन क्षमता में कमी या अधिकता के कारण पैदा होते हैं। इस कारण धातु की सतह पर एक रूक्ष या चमकीले पृष्ठ का निर्माण हो जाता है। इससे बचाव हेतु उच्च ताप सहन क्षमता वाले साँचों का प्रयोग कर किया जा सकता है।

(15) क्षरण (Runout) : इस प्रकार के दोष तब उत्पन्न होते हैं जब संचकन बाक्स परस्पर ठीक प्रकार से नहीं मिले हो। इस तरह जब धातु उडेलते हैं तो पिघली धातु साँचे से बाहर निकल बॉक्स के ऊपर जमा हो जाती है।

(16) संरंध्रता (Porosity) : यह दोष पिघली धातुओं द्वारा गैसो का अवशोषण होने के कारण ढलाईयों में आ जाते हैं। यदि गैसे पिंडन के समय निर्मुक्त होती है तो ढलाई की संरचना स्पंजी हो जाती है। साँचों की पारगम्यता बढ़ाकर, न्यूनतम जलांश, पिंडन की उचित गति, उचित गलन ताप बनाकर, उचित मात्रा में फ्लक्सों का प्रयोग कर इससे बचा जा सकता है।

(17) संबलन (Rapage) : इनका मुख्य कारण दोषपूर्ण डिजायनों का चयन है। प्रतिरूप डिजाइनों में आवश्यकतानुसार बदलाव कर इनसे बचाव किया जा सकता है। इसमें ढलाई के विभिन्न अंगों के भिन्न-भिन्न समयांतराल में जमने के कारण ढलाईयों में विरूपण आ जाते हैं।

(18) संदलन (Crushes) : इस प्रकार के दोष साँचा पेटियों को परस्पर मिलाते समय या कोर को बैठाते समय साँचे या कोर के पृष्ठों में से बालू के छिलने या दबने के कारण उत्पन्न होते हैं। इनके निवारण हेतु उपयुक्त कोर सीट का प्रयोग एवं साँचे पेटियों को सावधानीपूर्वक मिलाना चाहिए।

(19) गुलिका धातु (Short Metal) : जब धातु ढलाई के परीक्षण के समय उसमे छोटी-छोटी गोलाकार आकृति दिखायी पड़ती है तो यह दोष उत्पन्न होते हैं। इनका कारण दोषपूर्ण द्वारन, संचकन बालू में अधिक नमी, धातु में गंधक की मात्रा अधिक होना इत्यादि है।

3.27 ढलजों का संभरण (Fetting of Castings)

संभरण प्रक्रिया में निर्मित किये गये ढलजों के अवांछित प्रक्षेपितों, धातु अंगों जैसे रनर, राइजर, गेज इत्यादि को विभिन्न तरीकों से ढलजो से अलग कर उनको साफ करते हैं।

- **संभरण विधि (Feeding Technique)** : एक बार प्रयोग करने के पश्चात् ढलज इस अवस्था में नहीं होते है कि वह तुरंत ही प्रयोग में लाये जा सके क्योंकि इन ढलजों पर प्रायः रनर, राइजर एवं गेट लगे होते हैं तथा उनकी सतहों पर रेत के कण भी चिपके रहते हैं। दोबारा उपयोग करने से पूर्व इन अंगों को अलग कर साफ करना होता है। इसके लिए चिपिंग, आरी से कटान ज्वाला से कटान, ग्राइडर इत्यादि मशीनिंग प्रक्रम किये जाते हैं। जिनका विस्तृत वर्णन नीचे दिया गया है।
- **चिपिंग (Chipping)** : इस प्रक्रिया के तहत रनर, राइजर एवं गेटों को पृथक करने हेतु छैनी-हथौड़ों का प्रयोग किया जाता है। इस कार्य हेतु टूल स्टील या टंगस्टन क्रोमियम स्टील की बनी छैनियों का प्रयोग किया जाता है।
- **आरी से कटान (Sawing)** : इस प्रक्रम में एक हस्त आरी (Hand Saw) या शक्ति आरी (Power Saw) का प्रयोग कर ढलजों के प्रक्षेपित भागो को काटकर अलग कर दिया जाता है। इसके पश्चात् उनकी सफाई की जाती है।
- **ज्वाला कटान (Flame Cutting)** : इस प्रक्रम में ऑक्सी एसीटीलिन (Oxy Acetylene) गैसों से बनी ज्वाला या फ्लेम (Flame) का प्रयोग कर बड़े ढलजों के अंगों को अलग किया जाता है।
- **ग्राइंडिग (Grinding)** : कटान करने के पश्चात् भी ढलजों पर उसके अंगों के कुछ निशान शेष रह जाते है। इन शेष बचे निशानों को ग्राइडिंग प्रक्रम द्वारा साफ कर दिया जाता है। इस कार्य हेतु एक शक्ति चलित पोर्टेबल ग्राइंडर का प्रयोग करते है।

3.28 संभरण या फैटलिंग प्रक्रम (Fetting Process)

फैटलिंग प्रक्रम निम्न 5 चरणों में पूर्ण होता है—

(i) कोरों को कास्टिंग से अलग करना (Knocking out) : रेत कोरों का कास्टिंग से अलग करने हेतु स्टील बार की सहायता से कोर को तोड़कर बाहर निकाल लिया जाता है। इस कार्य का तीव्रगति से पूर्ण करने हेतु कुछ हाइड्रोलिक या न्यूमैट्रिक उपकरणों का प्रयोग भी करते हैं।

(ii) गेट व राइजर को अलग करना (Removal of Gate and Risers) : गेट व राइजरों को पृथक करने हेतु बहुत सारे प्रक्रम है जिनका चुनाव कास्टिंग धातु, आकार व साइजों पर निर्भर करता है—

(i) हैमर के प्रहार से अलग करना।
(ii) ऑक्सीएसिटीलीन गैस कटिंग विधि का प्रयोग करना।
(iii) पावर हैक्सा, बैंड हैक्सा, या सर्कुलर शॉं का प्रयोग कर धातु की कटाई करना।
(iv) प्लाज्मा आर्क की सहायता से कटाई करना।
(v) हार्ड धातु की कटाई हेतु अपघर्षक (Abrasive) कट ऑफ मशीन का प्रयोग करना।

(iii) फिन इत्यादि उभारों को पृथक करना (Removal of Fins etc) : फिनों को पृथक करने की क्रिया स्नैगिंग (Snagging) कहलाती है। इस प्रक्रिया में निम्न क्रियाओं का प्रयोग किया जाता है—

(i) हस्त या न्यूमैटिंग औजारों द्वारा चिपिंग करना।
(ii) फ्लेम कटिंग द्वारा।
(iii) आर्क-एयर औजारों की सहायता से धातु को पृथक करना।
(iv) पैडस्टल, बैंच, फ्लैक्सिबिल शाफ्ट ग्राइंडरों आदि का प्रयोग करना।
(v) हस्त फाइलिंग द्वारा धातु को पृथक करना।

(iv) सतहों का उपचार (Treatment of Surface) : कास्टिंग की सतहों पर रेत या स्केल के कण चिपके रहते है जिनको निम्न प्रकार से हटाया जाता है—

(i) टम्बलिंग (Tumbling) : इस प्रक्रम में कास्टिंग को एक बड़े बैरल में डालकर 25-30 rpm की गति से व्हाइट आयरन स्टार (White Iron Stars) के साथ घुमाया जाता है और सतह साफ हो जाती है।

(ii) टम्बलिंग विद हाइड्रोब्लास्ट (Tumbling with Hydroblast) : इस प्रक्रम में बैरल में कास्टिंग को घुमाकर 6000 m/minute की तीव्र गति का पानी जैट कास्टिंग पर डालते हैं। जिससे कास्टिंग सतह साफ हो जाती है।

(iii) शॉट ब्लास्टिंग (Shot Blasting) : इस प्रक्रिया में एक उच्च स्पीड शॉट गन का प्रयोग करते हुये शॉट को कास्टिंग पर डाला जाता है। जिस कारण सतह साफ हो जाती है।

(v) कास्टिंग दोषों की मरम्मत करना (Repairing of Casting Defects) : कास्टिंग दोषों की मरम्मत करने की प्रक्रिया को साल्वेजिंग (Salvaging) कहते हैं। कास्टिंग में प्रायः ब्लों होल, गैस होल, दरारें इत्यादि दोष आ जाते हैं।

3.29 ढलजों के निस्तारण की प्रविधियाँ (Salvaging Techniques of Casting)

ढलाइयों के निस्तारण की निम्न विधियाँ हैं—

(i) धातु आर्क वैल्डिंग (Metal Arc Welding) : धातु आर्क वैल्डिंग की सहायता से ब्लो होल, दरारे इत्यादि दोषों को दूर किया जा सकता है। वेल्ड किये जाने वाले स्थान को पहले चिपिंग, फाइलिंग या ग्राइडिंग किया जाता है इसके बाद उन पर जोड़ लगाते हैं। इस विधि द्वारा ढलवाँ इस्पात, ढलवाँ लौहा एवं अलौह धातुओं की ढलाई सरलतापूर्वक की जा सकती है।

(ii) ऑक्सीएसिटिलीन गैस वैल्डिंग (Oxy-Acetylene Gas Welding) : यह सर्वाधिक सस्ती व सरल विधि है। यह विधि उन ढलाईयों के लिए प्रयुक्त मानी जाती है जिन्हे वैल्ड करने के पश्चात् धीमे-धीमे ठण्डा करने की जरूरत पड़ती है। उपयुक्त विधि अपनाकर सभी तरह की ढलवाँ धातुओं एवं मिश्रधातु को गैस वैल्डन का प्रयोग कर ठीक कर सकते हैं।

(iii) कार्बन आर्क वेल्डन (Carbon Arc Welding) : इस विधि में दो कार्बन इलैक्ट्रोडों का प्रयोग कर आर्क का निर्माण किया जाता है। कार्बन आर्क वैल्डिंग द्वारा सभी प्रकार के ढलवाँ लौहे ताँबे तथा एल्यूमीनियम एलॉयों को वैल्ड कर सकते हैं।

(iv) ब्रेजिंग (Brazing) : इस प्रक्रम द्वारा उन अंगों को जोड़ा जाता है। जिन्हें अन्य विधियों से जोड़ना कठिन होता है या जोडने पर दरारें पड़ जाती है। जोड़ने के कार्य हेतु एक पूरक धातु (Fillermetal) को पिघलाकर जोड़ों के बीच भर देते है। पूरक धातु हेतु ताँबे आधारित उन एलॉयों का प्रयोग करते हैं जिनका ग्लनांक 430°C से कम होता है।

(v) सोल्डरिंग (Soldering) : इस प्रक्रम में टिन-लैड एँलायों का प्रयोग पूरक धातु की तरह किया जाता है। यह प्रक्रम प्राय: ब्रेजिंग के समान ही होता है। इसका उपयोग कर रूक्ष सतहो को जोड़ते हैं एवं ताँबे से निर्मित ढलाईयो के संरंध्रो (Porous) को भरते हैं।

(vi) रेसिन संसेचन (Resin Impregnation) : यदि ढलाई के संरंध्र (Porous) ब्रेजन या वैल्डिंग द्वारा नहीं भर पाते हैं तब इस विधि का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रम में रेसिन को पिघलाकर संरंध्रों की सतह पर डाला जाता है एवं इस प्रक्रम के दौरान ढलाईयों को निर्वात में रखा जाता है। इसका उपयोग कर प्राय: लौह एवं अलौह दोनों धातुओं का क्षरण रोधी बना सकते हैं।

(vii) सीधा करना (Straighting) : इस प्रक्रम में विरूपित हो जाने वाली ढलाईयों को उपयुक्त प्रेस द्वारा दाब डालकर सीधा किया जाता है। साधारणतया द्रवचलित प्रेसों (Hydraulic Presses) पर डाईयों (Dies) का उपयोग कर यह क्रिया पूर्ण की जाती है। यह विधि केवल तन्य धातुओं पर ही अपना प्रभाव दिखाती है।

(8) मैटल स्प्रे (Metal Spraying) : यदि कास्टिंग की विमाओं में कमी या संकुचन गुहिका (Shrinkage Cavity) बन जाये तो उस स्थान पर धातु को स्प्रे गन का प्रयोग कर एक परत के रूप में चढ़ा देते हैं। यह स्प्रे धातु बैस मैटल के समान या असमान धातु का प्रयोग कर सकते हैं। इस विधि द्वारा स्टील कास्टिंग पर एक एंटी कोरोसिव पदार्थ का प्रयोग कर सकते हैं। इस विधि द्वारा स्टील कास्टिंग पर एक एंटी कोरोसिव (Anti Corrosive) परत भी चढ़ायी जा सकती है।

(9) ईपोक्सी फिलिंग (Epoxy Filling) : इस प्रक्रम के तहत कुछ प्लास्टिक ईपोक्सी का प्रयोग कर पिन होल्स, ब्लो होल्स एवं दरारों को सरलतापूर्वक भरा जा सकता है। ये कास्टिंग को सामर्थ्यवान बनाती है। कास्टिंग की धातु का चूर्ण मिलाकर प्रयोग कर अच्छे यांत्रिक गुण भी प्राप्त किये जा सकते हैं।

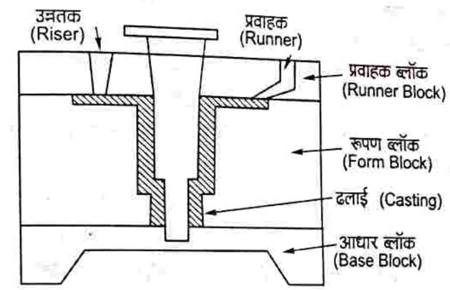
3.30 सुदृढ़ ढलाईयों के मापदण्ड (Factors Determining the Soundness of Castings)

प्राय: दोष रहित, टिकाऊ, मजबूत ढलाईयों को सुदृढ़ ढलाई कहा जाता है। ढलाई प्रक्रमों में सावधानी बरतकर ढलाईयों को सुदृढ़ किया जा सकता है। इसके लिए ढलाईयों में प्रारंभ से अंत तक विभिन्न अवस्थाओं में अनेक घटक होते हैं जिनके द्वारा ढलाईयों की सुदृढ़ता निश्चित की जा सकती है। सुदृढ़ ढलाईयों के लिए निम्न आवश्यक मापदण्ड है—

(i) ढलजों के डिजाइनों का उचित चयन होना।
(ii) प्रतिरूप एवं उनके अभिन्यास का उचित चयन होना।
(iii) फ्लास्कों में बालू की कुटाई उचित तरीके से होना।
(iv) बालूओं में उचित गुणों का होना।
(v) बालू में जलांश की उचित मात्रा होना।
(vi) उपयुक्त बालू का चयन।
(vii) ढलाई धातु की शुद्धता।
(viii) धातु को उचित मात्रा में साँचों में उड़ेलना।
(ix) संचकन की उचित विधियों का चयन करना।
(x) पिघली धातुओं का उड़ेलते समय उचित तापक्रम होना।
(xi) रनर, राइजरों, गेट इत्यादि का उचित निर्माण।

3.24 विशिष्ट ढलाई प्रक्रम

इस अध्याय में हम कुछ विशिष्ट ढलाई एवं संचकन विधियों का अध्ययन करेंगे। पूर्ववर्ती अध्यायो में सामान्यतया सभी धातुओं को रेत के साँचों में ढालकर बनाया गया है। परन्तु वे सभी विधियाँ अधिक महँगी है क्योंकि इन विधियों में बनाया गया साँचा केवल एक ही बार प्रयोग किया जा सकता है। बल्कि उपयोग के पश्चात् उन्हे तोड़ दिया जाता है। वर्तमान में इनके अलावा कुछ अन्य ढलाई प्रक्रमों या विधियो का प्रचलन बढ़ता जा रहा है लेकिन आर्थिक दृष्टि से उन्हें प्रत्येक ढलाईशाला में नहीं अपनाया है इसलिए इन्हें विशिष्ट प्रक्रम कहा जाता है। इस अध्याय में हम स्थाई साँचा ढलाई (Permanent Mould Casting), सतत ढलाई (Continuous Casting), डाई ढलाई (Die Casting), कोश साँचा ढलाई (Shell Mould Casting), इन्वेस्टमेन्ट या लुप्त मोम ढलाई (Investment or Lastwax Casting), उपकेन्द्री ढलाई (Centrifugal Casting), स्लश ढलाई (Slush Casting), फाउन्ड्री का मशीनीकरण (Machining of Foundaries) इत्यादि प्रक्रमों का विस्तारपूर्वक अध्ययन करेंगे।



चित्र 50—स्थाई साँचा

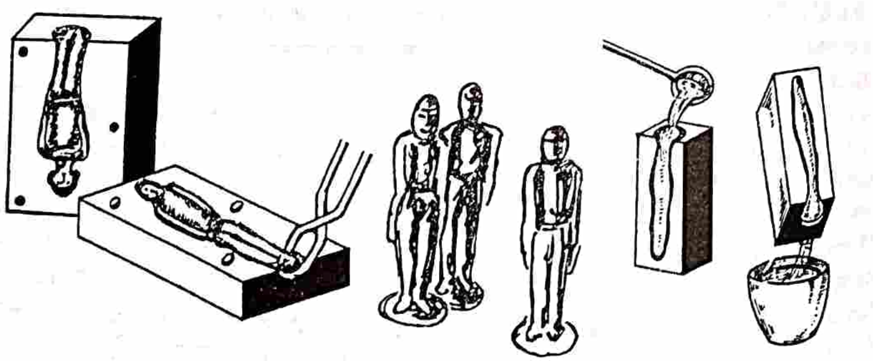
(1) स्थाई साँचा ढलाई प्रक्रम (Permanent Mould Casting Process) : स्थाई साँचा ढलाई में बनाये गये साँचे को उपयोग के पश्चात् तोड़ा नहीं जाता इसलिए इस विधि को स्थाई साँचा ढलाई प्रक्रम कहा जाता है। इस प्रकार के साँचे उच्च अग्नि प्रतिरोधक एवं बारीक कणों वाले मिश्रित लोहे तथा इस्पात द्वारा बनाये जाते है। इस विधि को गुरूत्व ढलाई (Gravity Casting) भी कहा जाता है क्योंकि इस विधि में धातु को गुरूत्व की सहायता से साँचों में उडेलते हैं। इस प्रकार के साँचों का निर्माण मूलत: उदग्र तलों में पृथक्कृत युक्त दो भागों में किया जाता है। दोनों भागों को कब्जों की मदद से जोड़ा जाता है। पूर्ण साँचे की गुहिका (Cavity) आधार ब्लॉक एवं प्रवाहक ब्लाक के बीच रूपण ब्लाक (Form Block) में निहित होती है। प्रवाहक ब्लाक में रनर (Runner) या प्रवाहक एवं उन्नतक या राइजर (Riser) निहित होते हैं। ढलाई का सरलता से निकालने हेतु रनर एवं राइजर दोनों को पृथक्करण रेखा पर रखते हैं। कोरें प्राय: साँचे में ही स्थाई रहते हैं या कोरो को अलग से भी लगा सकते हैं। कोरें मूलत: धूँसर लोहे या ग्रे कास्ट आयरन (Grey cast Iron) या इस्पात की निर्मित होती है। कभी-कभी यह कोरें ढलाई में से सरलतापूर्वक नहीं निकलती है। इस स्थिति में शुष्क बालू या कोश कोरो (Shell Cores) का प्रयोग किया जाता है। जिनको तोड़कर आसानी से निकाल लिया जाता है। इन्हें अर्द्ध स्थाई (Semi Permanent) साँचा कहा जाता है। इनके द्वारा स्वच्छ एवं अच्छी परिष्कृत सतह प्राप्त होती है। इन ढलाई प्रक्रमों में कम दोष उत्पन्न होते हैं एवं इनमें एक समान उत्पादन हेतु बालू ढलाई प्रक्रमों की अपेक्षाकृत कम स्थान की जरूरत पड़ती है। इस विधि द्वारा कम कुशल श्रमिक भी सरलतापूर्वक कार्य कर सकते है। इस विधि द्वारा लगभग 120 kg तक की ढलाई ही तैयार की जा सकती है।

इस प्रकार के ढलाई प्रक्रमो का उपयोग अलौह धातुओं की छोटी डाइयो के निर्माण, एल्युमीनियम एलॉय के पिस्टनों, सिलेण्डर शीर्षों एवं ब्लाकों के निर्माण, कम्प्रेशर पार्ट्स के निर्माण, ताँबे एलॉय के गियर एवं पिनियन निर्माण, पम्प इम्पैलर निर्माण, वाशिंग मशीनों के पार्ट्स, सीसा-संचित बैट्री के पार्ट्स के निर्माण, गियर बॉक्स हाउसिंग निर्माण, इत्यादि में होता है।

(2) फुल मोल्ड कास्टिंग प्रक्रम (Full Mould Casting Process) : इस प्रक्रम में फोम प्लास्टिक (Foamed Plastics) का प्रयोग कर विशेष प्रकार का प्रतिरूप बनाया जाता है जिसमें प्रवाह छिद्र, रनर (Runners), एवं राइजर (Riser) बने रहते हैं। इन प्रतिरूपों का निर्माण फोम प्लास्टिकस पर मशीनिंग इत्यादि प्रक्रियाओं को पूर्ण करने के पश्चात् किया जाता है। फिर इन प्रतिरूपों को सिरेमिक पदार्थों में डालकर बाहर निकाल लेते हैं जिससे कि प्रतिरूपों पर सिरेमिकस की संचकन बाक्स या फ्लास्क (Moulding Box or Flask) में रख उसके चारों तरफ बालू भर दी जाती है ढलाई किये जाने वाला पदार्थ सीधे प्रतिरूपों में उड़ेला जाता है एवं पालीस्टरीन वाष्प के रूप में बालू के अंदर से निकल जाता है। ठण्डे होने के पश्चात् इसे प्रतिरूपों में से निकाल लेते हैं। इस विधि द्वारा किसी भी पदार्थ किसी भी आकार एवं आकृतियों की वस्तुओं की ढलाई आसानी से की जा सकती है। प्राप्त वस्तु की सतह की फिनिशिंग उच्च कोटि की होती है। इसे पुन: प्रयोग में नही लाया जा सकता। इसी कारण इनका व्यय अधिक होता है।

(3) सतत ढलाई प्रक्रम (Continuous Casting Process) : यह एक निरंतर चलने वाला ढलाई प्रक्रम है इसलिए इसे सतत् ढलाई प्रक्रम कहा जाता है। इस विधि में कुछ प्रक्रियाएँ ऊपर से नीचे की तरफ या लम्बवत् दिशा में होती है एवं कुछ सतहों अर्थात् क्षैतिज दिशाओं में होती है। इस विधि में पिघली धातु लंबवत् दिशा में रखी ताँबे निर्मित मोल्ड में उड़ेलते हैं। यह मोल्ड दोनों तरफ से खुला होता है। निकलने वाली वस्तु मोल्ड की आकृति के अनुरूप एक सुनिश्चित अनुप्रस्थ काट की होती है। यह वस्तु ऊपर से कठोर एवं अंदर से द्रवित अवस्था में होती है। फिर इस वस्तु पर जल की फुहार डालकर ठण्डा किया जाता है परन्तु यह पूर्ण रूप से ठण्डी नहीं हो पाती। फिर इस वस्तु को सतह पर स्थित विभिन्न मशीनिंग प्रक्रियाओं से गुजरने के पश्चात् निश्चित आकार एवं आकृति में प्राप्त होती है। इस विधि में उत्पादन लागत कम होती है। इस विधि का उपयोग स्टील उद्योगों में गोल, चौकोर, पाइपों, ट्यूबो अथवा प्लेटों के निर्माण में किया जाता है।

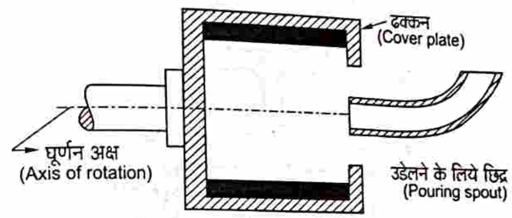
(4) स्लश ढलाई प्रक्रम (Slush Casting Process) : इस विधि का कार्य सिद्धान्त यह है कि पिघली धातुओं को एक स्थाई धात्विक साँचों में भर देते हैं, उसकी सतह के जमने के पश्चात् शेष पिघली धातु का साँचा उल्टा कर निकाल लिया जाता है। इस विधि द्वारा कम तापमान पर पिघलने वाली मिश्रित धातुओ की खोखली ढलाइयों का निर्माण बिना कोर (Core) के किया जाता है। इसके द्वारा प्राय: पतली दीवार वाली ढलाई का निर्माण किया जाता है। दीवारो की मोटाई दो घटको एक द्रुत शीतलन समय व दूसरी प्रभार पर निर्भर करती है (चित्र 2)।



चित्र 51—स्लश ढलाई

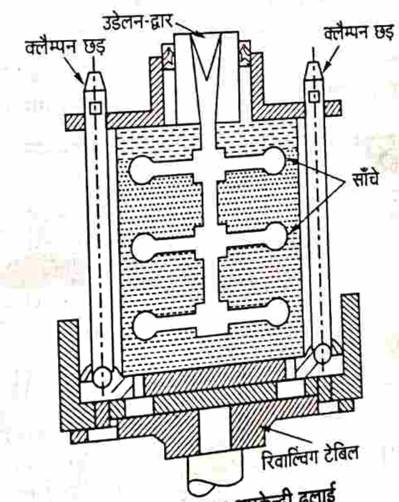
(5) सैन्ट्रीफ्यूगल या उपकेन्द्री ढलाई प्रक्रम (Centrifugal Casting Process) : इस प्रक्रम में धातु घूमते हुये साँचे में उसके अक्ष पर उड़लते हैं। जो कि उपकेन्द्री-बलों की वजह से साँचों में जमा हो जाती है। धातु में मिली गैसे आसानी से निकल जाती है तथा स्लैग या धातु भी हल्का बनता है। स्लैग को भी आसानी से पृथक कर लिया जाता है। इस विधि में रनर, राइजर एवं कोरों इत्यादि की जरूरत नहीं होती है। इस विधि का उपयोग खोखली बेलनाकार वस्तुओं की ढलाई या उनकी अंत: सतहों पर धातुओं की चादरे चढ़ाने में किया जाता है। इसके द्वारा निर्मित ढलाइयाँ प्राय: सुदृढ़ व सामर्थ्यवान होती है। सेन्ट्रीफ्यूगल कास्टिंग निम्न तीन प्रकार की होती हैं—

(i) पूर्ण उपकेन्द्रीय ढलाई (True Centrifugal Casting) : इस प्रक्रम में पिघली धातुओं को घूमते हुये साँचों की अक्ष पर उड़ेला जाता है। पिघली धातु उपकेन्द्री बलों के कारण साँचों की दीवारों पर जमा हो जाती है। इस प्रक्रम मे कोरों (Cores) की जरूरत नहीं होती है। साँचे किसी भी अक्ष जैसे कि क्षैतिज, ऊर्ध्वाधर अथवा कोणीय पर सरलतापूर्वक घूम सकते है। इस विधि द्वारा खोखली बेलनाकार वस्तुयें जेसे कि ढलवाँ लौहे के पाइप, बुश, गन-बैरल, खोखले प्रोपलर शाफ्टों इत्यादि का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है।



चित्र 52—पूर्ण-अपकेन्द्री ढलाई (True Centrfugal Casting)

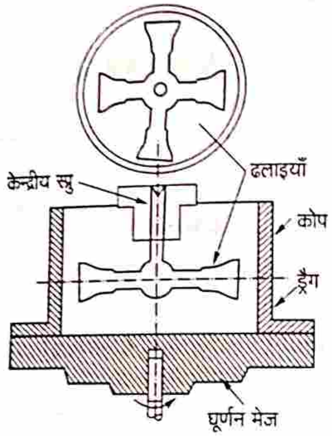
(ii) अर्ध-उपकेन्द्रीय ढलाई (Semi Centrifugal Casting) : इस प्रक्रम में साँचा ऊर्ध्वाधर अक्ष पर घूमता है। पिघली धातुओं को अक्ष पर उड़ेला जाता है जो कि उपकेन्द्री बलो के कारण साँचों तक पहुँच जाती है एवं धीरे-धीरे ठंडी होने के पश्चात् सुदृढ़ हो जाती है। अर्ध उपकेन्द्री ढलाई मशीन में एक वृत्ताकार मेज होती है, जो अपने ऊर्ध्वाधर अक्ष के चारों तरफ घूमती है। साँचों को फ्लास्कों (Flasks) सहित मेजों पर क्लैम्प कर संतुलित कर लिया जाता है। इस विधि द्वारा ठोस ढलाइयों (Solid Castings) का निर्माण किया जाता है जिन्हे मशीनिंग करने के पश्चात् खोखला बनाया जा सकता है। इसके द्वारा पुल्ली, गियर प्रोपलरों, डिस्क निर्माण, वाहनों के एलॉय व्हील बनाये जाते हैं।



चित्र 53—अर्ध-अपकेन्द्री ढलाई
(Semi Centrfugal Casting)

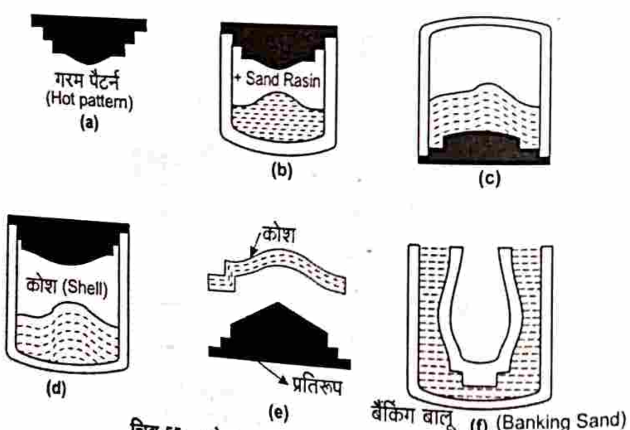
(iii) सैन्ट्रीफ्यूजिंग (Centrifuging) : यह प्रक्रम अर्ध उपकेन्द्री ढलाई प्रक्रम के समान ही होती है। इस प्रक्रम में पिघली धातु ऊर्ध्वाधर अक्षों पर घूमते हुये केन्द्रीय स्प्रू की मदद से साँचों में डाली जाती है। साँचे केन्द्रीय स्प्रू से एकसमान दूरी पर रहते हैं। पिघली धातु केन्द्रीय स्प्रू से निकलकर त्रिज्या द्वारों (Radial Gates) से निकलकर साँचों में प्रवेश करती है जो ठण्डी होने के पश्चात् सुदृढ़ हो जाती है।

(6) कोश साँचा या शैल माउल्ड ढलाई (Shell Mould Casting) : इस प्रक्रम द्वारा पतली काट वाली वस्तुओं को ढाला जाता है। इसके द्वारा प्राप्त वस्तुयें प्रायः उच्च गुणवत्ता, परिशुद्ध विमाओं वाली होती है। इस विधि में सर्वप्रथम ढलाई



चित्र 54—सेन्ट्रीफ्यूजिंग (Centrfuging)

की समान आकृति एवं आकारों के धातु-प्रतिरूप तैयार कर लिये जाते हैं। प्रतिरूप को बोल्टों की सहायता से धातु की प्लेट से कस देते हैं। फिर प्रतिरूप को प्लेट सहित भट्टी में रखकर गर्म करते हैं। भट्टी का ताप लगभग 120°C-250°C तक होता है। भट्टी से निकालने के पश्चात् प्रतिरूप पर एमल्शन का लेप कर दिया जाता है ताकि रेत के कण उस पर न चिपक सकें। फिर एक बक्से में प्रतिरूपों को क्लैम्प कर दिया जाता है। इन बाक्सों में वारीक बालू एवं 5% फिनोलिक रेसिन का मिश्रण रहता है। फिर इस बॉक्स को उल्टा कर देते है। फिर यह मिश्रण (Sand Resin) प्रतिरूप पर गिरता है। जब यह बालू गर्म प्रतिरूपों पर



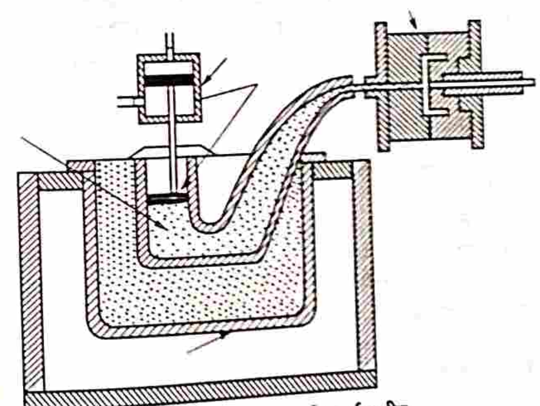
चित्र 55—कोश—साँचा ढलाई के विभिन्न चरण

गिरती है तो उसके साथ मिला रेसिन पदार्थ द्रव के रूप में बहने लगता है तथा बालू में मिलकर प्रतिरूपों के ऊपर एक कोश का निर्माण कर देता है। कोश की मोटाई लगभग 6mm तक होती है इसके पश्चात् बक्सों को सीधा कर प्रतिरूपों को बक्सों के ऊपर से हटा कर कोशों को अलग कर लिया जाता है। इस विधि का अनुसरण कर दो कोशों का निर्माण कर दोनों को परस्पर क्लैम्प कर देते हैं। इसके पश्चात् संपूर्ण या यौगिक कोश को संचकन बाक्स में रखकर उसके चारों ओर संचकन रेत डालकर साँचों का निर्माण कर लेते हैं।

इस विधि द्वारा लौह एवं अलौह दोनों धातुओं की ढलाई की जा सकती है। यह विधि ताँबे की मिश्रित धातुओं तथा बेदाग इस्पातों की ढलाई हेतु अधिक उपयोगी है। इस विधि द्वारा छोटे पाइपों, छोटे वाल्वों, कैम शॉफ्टों, ब्रेकेट, गियर शॉफ्ट, बियरिंग कैप, बॉडी वाल्वों इत्यादि का निर्माण किया जा सकता है।

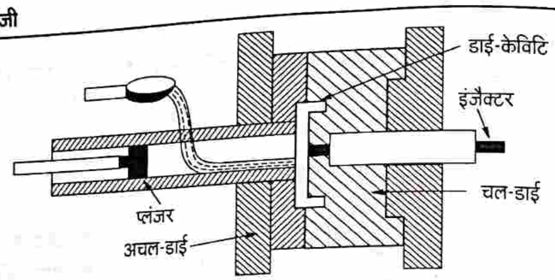
(7) डाई ढलाई प्रक्रम (Die Casting Process) : इस विधि का प्रयोग मास प्रोडेक्शन या उत्पादन में किया जाता है। इस प्रक्रम में दो भागों में धातुओं की स्थायी डाइयो का उपयोग साँचे की तरह करते हैं। दोनों भागों को मिलाने के पश्चात् उच्च दाब पर पिघली धातुओं को प्रवेशित कराया जाता है। डाई में पहुँचने के पश्चात् जल से धातु शीघ्र ही ठण्डी होकर जमा हो जाती है। फिर डाइयों के दोनों भागों को अलग कर ढली वस्तु को बाहर निकाल दिया जाता है। डाई में धातुओं के प्रवेश हेतु डाई-ढलाई मशीनों (Die Casting Machines) का प्रयोग किया जाता है। इस कार्य हेतु निम्न दो प्रकार की डाई ढलाई मशीनों का प्रयोग किया जाता है—

(i) हॉट चैम्बर मशीन (Hot Chamber Machine) : इन मशीनों में धातु मशीनों के भीतर ही पिघलता है। इनमें एक पात्र धातु रखने के लिए लगा रहता है। जो कि भट्टी से लगा रहता है। ईंधन का दहन कार्य पूर्ण होने तक निरंतर रहता है। पिघली धातु को डाई में एक यांत्रिक युक्ति (Mechanical Device) की सहायता से पहुँचाया जाता है। इस युक्ति में प्लंजर की मदद से पिघली धातु को उच्च दाब पर डाई में प्रवेशित कराया जाता है। इस प्रकार की मशीनों द्वारा सीसे, जस्ते, टिन, एल्युमीनियम एवं मैग्नीशियम इत्यादि की ढलाई आसानी से की जा सकती है।



चित्र 56—तप्त-कक्ष डाई-ढलाई मशीन

(ii) कोल्ड चैम्बर मशीनें (Cold Chamber Machines) : इन मशीनों धातु का गलन मशीन में न होकर बाहर भट्टी में किया जाता है। पिघली धातु को लैडल (Laddles) में भरकर मशीन की युक्ति में उडेला जाता है जिसे प्लंजर उच्च दाब डालकर डाई के भीतर प्रवेशित करा देता है। ठण्डा होने के पश्चात् ढलज को निकाल लेते हैं। यह मशीन एल्युमीनियम पदार्थों की ढलाई के लिये सर्वाधिक उपयोगी है।



चित्र 57—शीत कक्ष डाई-ढलाई मशीन

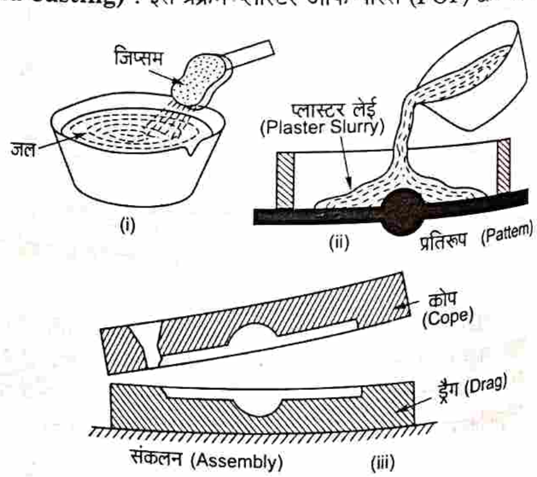
(7) इन्वैस्टमैन्ट मोल्ड कास्टिंग (Investment Mould Casting) : इस विधि को लुप्त मोम (Last wax) ढलाई भी कहा जाता है। इस विधि में पैटर्न का निर्माण मोम की सहायता से किया जाता है। मोम को ताप सह बालू में दबाकर मोल्ड का निर्माण किया जाता है। इस विधि में पैटर्न को बाहर निकालने के अलावा गर्म कर उसे पिघला लिया जाता है। फिर मोल्ड को उल्टकर पिघले पदार्थ को बाहर निकाल लिया जाता है। जिससे कि मोल्ड ठीक उसी आकृति की गुहिका (Cavity) का निर्माण स्वत: ही हो जाता है। एक बार प्रयुक्त किया गया पैटर्न दुबारा प्रयुक्त नहीं हो पाता।

निर्माण विधि : इस प्रक्रम के अंतर्गत सबसे पहले मोम या प्लास्टिक को एक स्थायी धात्विक-डाई (Metallic Die) में दबाकर प्रतिरूप तैयार कर लिया जाता है। डाई में जब गुहिका (Cavity) बन जाती है तो उसकी आकृति ढलाई के समान ही बन जाती है। इसका प्रयोग कर अनेकों प्रतिरूप निर्मित किये जा सकते हैं। इसके पश्चात् इन प्रतिरूपों पर बंधक पदार्थ एवं चूर्ण रूप में उच्चताप सह पदार्थों का मिश्रण तैयार कर उस पर लेपन कर दिया जाता है। इस प्रकार जो गोल्ड निर्मित होता है वह इन्वैस्टमैन्ट मोल्ड कहलाता है। प्रमुख ताप सह पदार्थ है चूर्ण सिलिका (Silica Flour), चूर्ण जिरकॉन (Zircon Flour) इन को गारा में मिलाकर मोल्ड पर लेपन करा जाता है।

गुण एवं उपयोग : इस विधि द्वारा पतले काट की जटिल, हल्के भार वाली, सूक्ष्म विमाओ लगभग + 0.005 mm तक इत्यादि प्रकार की ढलाईयों का निर्माण सरलतापूर्वक किया जा सकता है। इस प्रक्रम का उपयोग कर छोटे आकारों के ढलजों एवं मंदन क्रिया (Slow Processes) इत्यादि के ढलजों को भी निर्मित किया जा सकता है।

इस प्रक्रम का उपयोग कर टाइपराइटरो के कल पुर्जे, टरबाइन ब्लेड, सिलाई मशीन के पुर्जे, ऑटोमोबाइल्स के पुर्जे, विभिन्न प्रकार के मापन यंत्रो इत्यादि का निर्माण किया जाता है।

(9) प्लास्टर साँचा ढलाई (Plaster Mould Casting) : इस प्रक्रम प्लास्टर ऑफ पैरिस (POP) द्वारा साँचे का निर्माण किया जाता है। इस विधि में सर्वप्रथम जिप्सम में जल मिलाकर उसकी पतली लेई बना लेते हैं। फिर इस लेई को विभाजक पदार्थ जैसे तेल, मोम, ग्रीस इत्यादि लगे प्रतिरूपों में उड़ेलते हैं। जमने के पश्चात् प्रतिरूप को अलग कर लिया जाता है। इस विधि द्वारा साँचे के दोनों भागों को तैयार कर उन्हें जोड़कर एसैम्बलड कर लेते हैं। पिघली धातुओं को इस प्रकार तैयार साँचे में डालकर वांछित वस्तु प्राप्त कर लेते हैं। इस विधि द्वारा प्राय: पीतल, मैग्नीशियम व उसकी मिश्र धातुओं, ब्रान्ज, सीसा, एल्युमीनियम, टिन व उसकी मिश्रधातुओं के ढलज बनाये जाते हैं। यह विधि अधिक महँगी। इसके द्वारा लौह धातु के ढलज नहीं बनाये जा सकते। इसके द्वारा बड़ी ढलाईयाँ एवं उच्च तापक्रम पर पिघलने वाली वस्तुओं की ढलाइयों का निर्माण भी नहीं किया जा सकता है।



चित्र 58—प्लास्टर साँचा ढलाई

(10) ढलाईशाला का यन्त्रीकरण (Mechanisation of Foundries) : ढलाईशाला के यंत्रीकरण का अर्थ ढलाई प्रक्रमों को यंत्रों की सहायता से कम समय में पूर्ण कर उत्पादन दर बढ़ाने से है। पूर्व में ढलाई में बालू, कोयले, राख, धुँआ आदि अवयव समावेशित रहते थे जो कि श्रमिक के लिए हानिकारक होते थे। यंत्रीकरण विभिन्न चरणों में होता है। जैसे कि कार्यदशाओं को आधुनिककरण (Modernisation of working conditions) पदार्थों के हस्तान्तरण का यंत्रीकरण (Material Handling Mechanisation), उपकरणों का यंत्रीकरण (Mechanisation of Equipments) एवं धूल तथा धुएँ का नियन्त्रण (Dust and fume Control)। इसके अलग यंत्रीकरण की कुछ सीमायें भी है जैसे मशीनों के प्रयोग से रोजगार के अवसरों में कमी आ जाती है। हस्त संचकन विधि द्वारा काम करने वाले श्रमिकों की दक्षता समाप्त हो जाती है, कम उत्पादन हेतु उपयोगी नहीं होता इत्यादि।

अभ्यास प्रश्न

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न

1. निम्न पर टिप्पणी कीजिए—
   (a) पार्टिंग सैण्ड (Parting Sand)
   (b) सैण्ड का प्रवाह क्षमता (Flowability of Sand)
   (c) कोर गम (Core Gum)
   (d) मूलर (Muller)
   (e) स्प्रू (Sprue) *(2003)*
   (f) राइजर (Riser) *(2003)*
2. निम्नलिखित ढलाई प्रक्रमों द्वारा निर्मित विशिष्ट वस्तुओं के उदाहरण दीजिए—
   (i) शैल ढलाई, (ii) स्थायी साँचा ढलाई,
   (iii) ठप्पा ढलाई, (iv) परिशुद्ध निवेशन ढलाई,
   (v) उपकेन्द्री ढलाई। *(2001)*
3. भिन्न-भिन्न प्रकार के बालू की सूची बनाइये। उनके प्रमुख परीक्षण (Test) दीजिए। *(1996)*
4. साँचा बनाने में बालू की आवश्यक विशेषताओं का वर्णन कीजिए। प्रयोग में आने वाली विभिन्न प्रकार की बालू के नाम दीजिए। *(1998, 2002, 2003)*
5. साँचा बनाने के पदार्थों को कैसे वर्गीकृत किया जाता है। *(1996)*
6. साँचे (Mould) कितनी प्रकार के होते हैं? किसी एक का सचित्र वर्णन करो।
7. साँचा (Mould) बनाने के लिए बालू को किस प्रकार तैयार किया जाता है। साधारणत: साँचों में क्या दोष पाये जाते हैं? *(1994)*
8. रेत साँचा बनाने की प्रक्रिया संक्षेप में लिखिये तथा ढलाई के लिए तैयार साँचे के अनुप्रस्थ काट की स्वच्छ आकृति बनाइये। *(2000)* *(1997)*
9. ढलाईशाला में रेत पर होने वाले परीक्षणों की विवेचना कीजिए। *(2001)*
10. मोल्डिंग बालू में कौन-कौन से गुण विद्यमान होने चाहिए? *(2011)*
11. बालू ढलाई हेतु प्रयुक्त बालू के वांछित गुणों की सूची बनाइए।
12. मोल्डिंग बालू के गुणों को प्रभावित करने के लिए मिलाये जाने वाले यौगिकों (Additives) की विवेचना कीजिए।
13. ढलाई रेत की चार वांछनीय आवश्यकताएँ क्या हैं? प्राकृतिक रेत की तुलना में कृत्रिम रेत के क्या लाभ हैं? *(2000, 2002)*

14. मोल्डिंग बालू के गुणों का विस्तारपूर्वक वर्णन कीजिए।
15. बालू के किन्हीं 5 गुणों पर संक्षिप्त टिप्पणी दीजिए।
16. बालू के परीक्षण की विधियों का वर्णन करें।
17. सीव शेकर मशीन का सचित्र वर्णन कीजिए।
18. बालू कणों का आकार किस प्रकार ज्ञात किया जाता है?
19. **निम्नलिखित का विस्तारपूर्वक सचित्र वर्णन कीजिए—**
    (i) कठोरता निर्धारण करने की विधि
    (ii) पारगम्यता निर्धारित करने की विधि
20. उच्च तापीय गुणों से आप क्या समझते हैं?
21. बालू की सामर्थ्य क्या होती है?
22. पारगम्य मीटर का कार्य सिद्धान्त समझाइये।
23. सैन्ड रैमर एवं सैडं स्ट्रैथ टेस्टर में क्या भेद है?
24. तनन (Tensile) सम्पीड़न (Compressive) एवं कर्तन सामर्थ्य टेस्ट का कार्य सिद्धान्त बताइये।
25. कोलेप्सिबिलिटी को परिभाषित कीजिए।
26. महीनता पर संक्षिप्त टिप्पणी दीजिए।
27. रासायनिक प्रतिरोधकता से आप क्या समझते हैं?
28. प्रवाह क्षमता पर संक्षिप्त टिप्पणी दीजिए।
29. ताप सहृदयता किसे कहते हैं?
30. साँचे में उंडेलन तथा बंद करने में अन्तर स्पष्ट कीजिए। *(2011)*
31. रेत संचकन ढलाई की तुलना में स्थायी साँचा ढलाई के लाभ तथा हानियाँ बताइये। *(2000)*
32. परिशुद्ध निवेशन (प्रिसिजन इन्वेस्टमेन्ट) ढलाई प्रक्रम का संक्षिप्त वर्णन इसके विशिष्ट अनुप्रयोगों के साथ कीजिए।
33. ढलवाँ लोहा ढलाईशाला में क्यूपोला भट्टी को क्यों प्राथमिकता दी जाती है ? ढलवाँ लोहा ढलाई हेतु क्यूपोला भट्टी में प्रयुक्त मिश्रण का संघटन दीजिए। *(2001, 2003)*
34. रेखाचित्र की सहायता से एक टिल्टिंग फर्नेस (Tilting Furnace) की कार्यविधि समझाइये।
35. आर्द्र रेत-संचकन ढलाई के कोई तीन दोष, उनके कारण तथा उपचार देते हुए बताइये।
36. ढलाईशाला में प्रयोग होने वाले विभिन्न ईंधनों तथा धातु-पदार्थों के नाम लिखिये। गालकों (fluxes) का प्रयोग क्यों किया जाता है? *(1994)*
37. ढलाईशाला में धातुओं को पिघलने में प्रयुक्त गालकों (fluxes) के कार्यों को समझाइये। *(1997)*
38. क्यूपोला भट्टी के विनिर्देश किस प्रकार दिये जाते है? क्यूपोला भट्टी का स्वच्छ चित्र बनाकर वर्णन कीजिए। *(2004)*
39. स्वच्छ चित्र की सहायता से एक क्यूपोला भट्टी की संरचना तथा कार्यविधि समझाइये। *(1994)*
40. ढलाई में दोषों के लिए कौन-कौन से कारक उत्तरदायी हैं? *(2004)*
41. एक गर्त भट्टी का नामांकित चित्र बनाइए तथा उसकी कार्यप्रणाली समझाइए। *(2011)*
42. धातु ढलाई प्रक्रम के विभिन्न चरणों का वर्णन कीजिए। *(2004)*
43. ब्लो छिद्र तथा सूजन (Swell) के कारणों तथा उनके निदानों को सूचीबद्ध कीजिए। *(1996)*
44. क्यूपोला भट्टी संचालन में निहित विभिन्न चरणों का स्पष्ट वर्णन कीजिए। *(1993)*
45. **निम्न पर टिप्पणी लिखिए—**
    (i) ढलजों का निस्तारण *(1992)*
    (ii) ढलजों का बचाव (Salvaging of castings) *(1994, 98, 99)*
    (iii) ढलजों की सतहों का उपचार *(1995, 96)*

    (iv) गेट व राइजर *(1998)*
    (v) क्यूपोला भट्टी *(1999)*
    (vi) उच्च ताप-सह पदार्थ एवं गालक *(1999)*
    (vii) कोरिंग (Coring) *(2000)*
46. एक पिट भट्टी के कार्य सिद्धान्त को एक स्पष्ट रेखाचित्र देते हुए समझाइये। *(1993, 96)*
47. लौह ढलाईशाला में प्रयुक्त क्यूपोला भट्टी का स्वच्छ रेखाचित्र बनाइये। क्यूपोला को चलाने में क्या सावधानियाँ बरती जाती हैं? मैल्टिंग तथा पोरिंग (Melting & Pouring) उपक्रमों को स्पष्ट समझाइये। *(1992)*
48. संचकन ढलाई तथा डाई ढलाई प्रक्रम में अन्तर स्पष्ट कीजिए। *(2011)*
49. कोश साँचा ढलाई प्रक्रम (Shell Mould Casting Process) का स्वच्छ चित्र के साथ वर्णन कीजिए। *(2004)*
50. ढलाईघर के यन्त्रीकरण (Mechanisation) की महत्ता को समझाइये। *(1995, 1997)*
51. अन्य विधियों के मुकाबले डाई-कास्टिंग के लाभ तथा हानियों की सूची बनाइये। *(1996)*
52. सेन्ट्रीफ्यूगल कास्टिंग प्रक्रम को समझाइये। इसके विभिन्न अनुप्रयोगों तथा लाभों का उल्लेख कीजिए। *(1995, 2002)*
53. अपकेन्द्री ढलाई विधि का वर्णन स्वच्छ चित्र द्वारा कीजिए। *(2011)*
54. लगातार-ढलाई (Continuous Casting) विधि का रेखाचित्र की सहायता से वर्णन कीजिए। *(1995)*
55. **निम्न पर टिप्पणी कीजिए—**
    (i) अपकेन्द्री ढलाई *(1992, 94, 95, 2003)*
    (ii) शैल मोल्डिंग तथा डाई कास्टिंग *(1998)*
    (iii) फुल मोल्ड कास्टिंग
    (iv) इन्वैस्टमैंट मोल्ड कास्टिंग *(2003)*
    (v) परमानेन्ट मोल्ड कास्टिंग

सही विकल्प का चुनाव कीजिए—

1. निम्न आकार के कणों में पारगम्यता अधिकतम मिलती है—
   (a) गोलाईदार गुण (b) अर्धकोणीय कण
   (c) कोणीय कण (d) संयुक्त कण
2. मोल्डिंग सैण्ड में लिनसिड ऑयल मिलाने से निम्न गुण प्राप्त नहीं होता—
   (a) कोर की सतह कठोर हो जाती है (b) कोर अधिक सामर्थ्यवान हो जाती है
   (c) कोर की सन्ध्रता बढ़ जाती है (d) उपरोक्त सभी
3. निम्न गुण के कारण रेत कास्टिंग में आसानी से अलग हो जाता है—
   (a) पारगम्यता (b) ड्राई स्ट्रैन्थ
   (c) फ्लोएबिलिटी (d) कोलेप्सिबिलिटी
4. क्ले की अधिकता से मोल्डिंग सैण्ड की सन्ध्रता का मान होता है—
   (a) कम (b) स्थिर (c) अधिक (d) कोई नहीं
5. सीमेन्ट सैण्ड मोल्डिंग का लाभ हैं—
   (a) ड्राई स्ट्रैन्थ अधिक होती है (b) पारगम्यता अधिक होती है
   (c) बालू को पुनः प्रयोग किया जा सकता है (d) उपरोक्त सभी
6. सल्फाइट लाई बालू को निम्न गुण प्रदान करता है—
   (a) ड्राई स्ट्रैन्थ बढ़ाता है (b) ग्रीन स्ट्रैन्थ बढ़ाता है।
   (c) (a) व (b) दोनों (d) कोई नहीं

7. ड्रॉप निम्न कारण से होता है—
(a) बालू की स्ट्रैन्थ का कम होना
(b) बालू की ड्राई स्ट्रैन्थ का कम होना
(c) मोल्ड की पारगम्यता कम होना
(d) उपरोक्त सभी।

8. निम्न को वॉटर ग्लास भी कहते हैं—
(a) शीरा
(b) कोल डस्ट
(c) सोडियम सिलिकेट
(d) सल्फाइट लाई

9. निम्न बालू का उपयोग निम्न गलनाक वाली धातुओं के लिये करते हैं—
(a) शुष्क बालू
(b) बैंकिंग बालू
(c) कोर बालू
(d) लोम बालू

10. इस गुण के कारण बालू, पिघली धातु से कोई रासायनिक क्रिया नहीं करता—
(a) रिफ्रेक्ट्री नेचर
(b) रासायनिक प्रतिरोधकता
(c) पारगम्यता
(d) (a) व (b) दोनों

11. रनर को मोल्ड से जोड़ने के लिये बनाया जाता है—
(a) स्प्रू
(b) राइजर
(c) गेट
(d) बेसिन

12. सीमेन्ट सैण्ड मोल्ड की रिफ्रैक्ट्रीनैस होती है—
(a) कम
(b) अधिक
(c) शून्य
(d) इकाई

13. निम्न का उपयोग पार्टिंग पदार्थ के रूप में होता है—
(a) सिलिका रेत
(b) ग्रेफाइट पाउडर
(c) सोप स्टोन पाउडर
(d) उपरोक्त सभी।

14. निम्न बालू, फेसिंग बालू को सपोर्ट करती है—
(a) लोम बालू
(b) कोर बालू
(c) बैकिंग बालू
(d) पार्टिंग बालू

15. निम्न प्रक्रिया में हार्डनिंग एजेन्ट मिलाने की आवश्यकता होती है—
(a) स्किन ड्राइड मोल्डिंग
(b) ड्राई सैण्ड मोल्डिंग
(c) सोडियम सिलिकेट मोल्डिंग
(d) उपरोक्त सभी।

16. निम्न उपकरण का उपयोग मोल्ड बालू तैयार करने में नहीं होता है—
(a) छननी
(b) ड्रा-स्पाइक
(c) मूलर
(d) एयरेटर

17. निम्न गुण के कारण मोल्ड की बालू धातु के दाब को सहन करती है—
(a) ग्रीन स्ट्रैन्थ
(b) ड्राई स्ट्रैन्थ
(c) फ्लोएबिलिटी
(d) कोलेप्सिबिलिटी

17. कोल्ड शट होने का कारण है—
(a) पिघली धातु का तापक्रम होना
(b) रनर व राइजर की स्थिति सही न होना
(c) कास्टिंग के सेक्शन अधिक पतला होना
(d) उपरोक्त सभी

18. क्यूपोला के धातु निकास द्वार को कहते है—
(a) तल द्वार
(b) टैप छिद्र
(c) ट्वीयर
(d) वात्यानल

19. ग्रेन-रिफाइनर के रूप में निम्न यौगिक प्रयोग किये जाते है—
(a) टिटैनियम यौगिक
(b) सोडियम यौगिक
(c) फैल स्पार
(d) मैग्नीज यौगिक

20. एक अच्छे रिफ्रैक्ट्री मैटीरियल में यह गुण नहीं होता है—
(a) निम्न विद्युत प्रतिरोध
(b) उच्च गलन तापमान
(c) निम्न तापीय चालकता
(d) उच्च तापक्रम पर थर्मल शॉक सहन करने की क्षमता

21. क्रोमाइट ईंटें निम्न स्लेग में अभिक्रिया करती है—
(a) अम्लीय स्लेग से
(b) क्षारीय स्लैग से
(c) दोनों से
(d) किसी से भी नहीं

22. निम्न अम्लीय रिफ्रैक्ट्री में मैग्नेसाइट की प्रतिशतता है—
(a) सिलिका
(b) फायर क्ले
(c) ऐलुमिना
(d) डोलोमाइट

23. क्रुसिबिल को गलाने की क्षमता की माप निम्न धातु को गलाने की क्षमता से की जाती है—
(a) ऐलुमिनियम
(b) लैड
(c) कॉपर
(d) आयरन

24. क्रोम-मैग्नेसाइट में मैग्नेसाइट की प्रतिशतता होती है—
(a) 30%
(b) 50%
(c) 70%
(d) 90%

25. हर्थ के एकदम ऊपर निम्न जोन होता है—
(a) संगलन जोन
(b) प्री-हीटिंग जोन
(c) प्रज्वलन जोन
(d) रिडक्शन जोन

26. चाँदी के लिये इस फ्लक्स का उपयोग करते हैं—
(a) लाइम स्टोन
(b) सोडियम यौगिक
(c) फैल स्पार
(d) मैग्नीज यौगिक

27. क्रोमाइट ईंटों का फ्यूजन तापक्रम होता है—
(a) 900°C
(b) 1700°C
(c) 2100°C
(d) 2700°C

28. निम्न में से कृत्रिम ईंधन है—
(a) शैल
(b) ब्रिक्यूटेड कोल
(c) लिग्नाइट
(d) उपरोक्त सभी

29. कास्ट आयरन का गलनांक है—
(a) 900°C
(b) 1000°C
(c) 1100°C
(d) 1200°C

30. रैकिंग रॉड का उपयोग निम्न कार्य के लिये करते हैं—
(a) भट्टी में कोक को व्यवस्थित करने के लिये
(b) पिघली धातु की ढलाई योग्यता चैक करने के लिये
(c) कोक हटाने के लिये
(d) उपरोक्त सभी

31. धातु गलाने के लिये इस पात्र का उपयोग करते हैं—
(a) कुंडी
(b) पोरिंग लैडल
(c) क्रुसिबिल
(d) (a) व (b) दानों

32. एक 182 सेमी व्यास की क्यूपोला की क्षमता होगी
(a) 3 से 4 टन प्रति घंटा
(b) 11-16 टन प्रति घंटा
(c) 17 से 24 टन प्रति घंटा
(d) 30-35 टन प्रति घंटा

33. क्रुसिबिल को निम्न औजार से साफ करते हैं—
(a) कुण्डी
(b) स्कैब
(c) धौंकनी
(d) स्क्रू पिन

34. मोल्डिंग सैण्ड की ठीक प्रकार से रैमिंग न होने के कारण यह दोष उत्पन्न नहीं होता है—
(a) सूजन
(b) ब्लो होल्स
(c) ड्रॉप
(d) डर्ट

35. अर्द्ध-अपकेन्द्री ढलाई द्वारा निम्न प्रकार की कास्टिंग तैयार होती है—
(a) ठोस (b) खोखली (c) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

36. टाइपराइटर के पुर्जे निम्न कास्टिंग विधि से कास्ट किये जाते हैं—
(a) डाई कास्टिंग
(b) इन्वैस्टमैंट मोल्ड कास्टिंग
(c) शैल मोल्ड कास्टिंग
(d) फुल मोल्ड कास्टिंग

37. फुल मोल्ड कास्टिंग में प्रयुक्त पैटर्न निम्न पदार्थ का बना होता है—
(a) मोम (b) कॉपर (c) PVC (d) E.P.S.

38. निम्न विधि में धातु गुरूत्व द्वारा साँचों में जाती है—
(a) स्थायी साँचा कास्टिंग
(b) फुल मोल्ड कास्टिंग
(c) डाई कास्टिंग
(d) शैल मोल्ड कास्टिंग

39. शैल मोल्ड कास्टिंग में निम्न स्नेहक पदार्थ का प्रयोग नहीं होता है—
(a) कैल्सियम स्टीयरेट (b) जिंक स्टीयरेट (c) कार्नोबा मोम (d) लार्ड ऑयल

40. ढलाईशाला के यन्त्रीकरण का लाभ है—
(a) उत्पादन में वृद्धि होती है
(b) उत्पादन लागत में कमी होती है
(c) उत्पादन समय में कमी होती है
(d) उपरोक्त सभी

41. निम्न जॉब को डाई कास्टिंग के द्वारा बनाया जाता है—
(a) जिप लॉक
(b) टरबाइन की आउटर कैसिंग
(c) आर्मेचर शॉफ्ट
(d) टरबाइन के ब्लेड

42. सतत कास्टिंग में प्रयुक्त साँचे निम्न धातु के बने होते हैं—
(a) कॉपर (b) लैड (c) ग्रे-कास्ट आयरन (d) माइल्ड स्टील

43. कोल्ड चैम्बर डाई कास्टिंग मशीनों का प्रयोग निम्न की कास्टिंग्स तैयार करने के लिये होता है—
(a) लैड (b) जिंक (c) एल्युमिनियम (d) टिन

Chapter 4 प्रेस टूल (Press Tool)

4.1 परिचय (Introduction)

प्राय: आज जीवन के हर क्षेत्र में हम धातु की चद्दरों से बने सामानों का बहुतायत प्रयोग करते हैं। इन सामानों को बनाने के लिए धातु की चद्दरों को बहुत-सी यान्त्रिक प्रक्रियाओं, जैसे—नमन (bending), प्ररूपण (forming), कर्तन (shearing), छोटन (trimming) आदि करने पड़ते हैं जिनको करने के लिए विभिन्न प्रकार की मशीन टूल की आवश्यकता पड़ती है। उपरोक्त प्रकार के प्रक्रमों के करने के लिए ऐसे मशीन टूल की आवश्यकता होती है जो कि कार्यखण्ड को बहुत अधिक मात्रा में पूर्ण यथार्थता के साथ जल्दी-से-जल्दी कम समय में तथा कम लागत के साथ बना सके। इन सब को ध्यान में रखते हुए धातु चद्दरों से कार्यखण्ड बनाने के लिए प्रेस टूल का प्रयोग किया जाता है। इन मशीनों में यान्त्रिक बल एवं दाब का प्रयोग करके विभिन्न प्रकार की आकृतियाँ काटने, मोड़ने आदि कार्य का सम्पादन होता है और प्राय: इन प्रक्रियाओं के समय चिप (chips) नहीं निकलते हैं।

इस समय प्रेस टूल एक छोटे बेन्च प्रेस टूल से लेकर बहुत विशाल आकार की मशीन के रूप में प्रयोग हो रहे हैं और इसका निर्धारण बनाये जाने वाले उत्पाद के आकार तथा प्रयोग किये जाने वाले धातु चद्दर की मोटाई पर निर्भर करता है। प्रेस टूल का प्रयोग सामान्यत: वृहत उत्पादन (mass production) में किया जाता है क्योंकि यह मशीन प्रक्रिया सबसे उत्कृष्ट एवं कम समय में दक्षतापूर्वक की जाने वाली प्रक्रिया है। प्रेस टूल में मूलत: दो अंग होते हैं—(i) डाई, जो कि विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाएँ कर सकता है एवं (ii) यन्त्रावली (mechanism), जिसके माध्यम से बल का पारेषण होता है और प्रेस प्रक्रियाओं को कर पाना सम्भव हो जाता है।

विशेषकर पिछले कुछ वर्षों में कई प्रकार के यान्त्रिक (mechanical) एवं द्रवीय प्रेस टूल के प्रयोग बड़ी आकृति के प्ररूपण (forming) एवं कर्षण (drawing) प्रक्रियाओं को करने के लिए किये जा रहे हैं। आधुनिक प्रेस टूल सरल रूप से संचालित होती है तथा बहुत तीव्रता से कार्य सम्पादन की प्रक्रिया को करते हैं। दुनिया के कई विकसित देशों में प्रेस कार्य एवं अन्य धातु पर होने वाली प्रक्रियाओं में टूल के अभिकल्पन (design) एवं क्षमता में इतना विकास हुआ है कि बहुत प्रकार की प्रक्रियाओं को बड़े सरलतम ढंग से पूर्ण दक्षता के साथ कर पूर्ण रूप से सम्भव हो गया है।

4.2 प्रेसों का वर्गीकरण (Classification of Presses)

प्रेसों का वर्गीकरण चार प्रकार से किया जा सकता है—

1. शक्ति स्रोत के आधार पर,
2. फ्रेमों की अभिकल्पनाओं के आधार पर,
3. रैमों की क्रियाशीलता के आधार पर,
4. अपेक्षित प्रयोजन के आधार पर।

1. शक्ति स्रोत के आधार पर प्रेसों का वर्गीकरण

(a) हस्तचलित प्रेस
(b) शक्ति चलित प्रेस—यह दो प्रकार की होती है—
(i) यान्त्रिक प्रेस,
(ii) द्रविय या वायुवीय चलित प्रेस।

2. फ्रेमों की अभिकल्पनाओं के आधार पर प्रेसों का वर्गीकरण

(a) बेन्च फ्रेम प्रेस,
(b) अन्तराल फ्रेम प्रेस,
(c) नमनशील फ्रेम प्रेस,
(d) समायोज्य स्तर प्रारूप प्रेस,
(e) शृंग प्रेस,
(f) सरल पार्श्व प्रेस
(g) स्तम्भ प्रारूप प्रेस,
(h) मेहराव प्रारूप प्रेस।

3. रैमों की क्रियाशीलता के आधार पर प्रेसों का वर्गीकरण

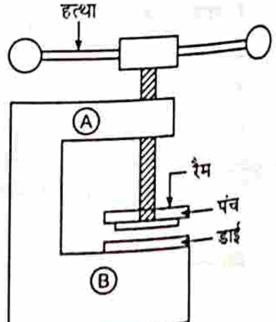
(a) क्रैंक एवं कनेक्टिंग रॉड यन्त्रावली प्रेस,
(b) उत्केन्द्रित चलित प्रेस,
(c) घर्षण डिस्क ड्राइव प्रेस,
(d) शक्ति स्क्रू चलित प्रेस,
(e) कैम एवं फालोअर चलित प्रेस,
(f) रैक और पिनियन ड्राइव प्रेस,
(g) नकल जोड़ प्रेस,
(h) द्रवीय एवं वायुवीय चलित प्रेस।

4. अपेक्षित प्रयोजन के आधार पर प्रेसों का वर्गीकरण

(a) कर्तन प्रेस,
(b) ब्लैंकिंग-प्रेस,
(c) कर्षण प्रेस,
(d) बंकन प्रेस,
(e) संकुचन प्रेस।

1. शक्ति स्रोत के आधार पर प्रेस

(a) हस्तचलित प्रेस—जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है, इस प्रकार के प्रेसों में फ्रेम 'C' आकृति की ठोस ढलाई होती है जो कि सम्पूर्ण कर्तन भार एवं दाब भार जो रैम द्वारा लगाये जाते हैं, को सहन करने योग्य होता है। प्रदर्शित खण्ड A और B के मध्य में खाली स्थान में प्रेस कार्य होते हैं। रैम का स्क्रू C खण्ड में लगे नट के माध्यम से संचालित होता है। लीड स्क्रू के ऊपर लगे हत्थे को जब हाथ से घुमाते हैं, तब लीड स्क्रू नट के अन्दर से घूमते हुये ऊपर या नीचे चलता है। लीड स्क्रू के नीचे लगा हुआ रैम भी लीड स्क्रू के चलने से ऊपर-नीचे चलता है। फ्रेम B के ऊपर एक डाई लगी होती है जो कि रैम के अक्ष में होती है। रैम के निचले हिस्से में पंच लगा होता है। इस प्रकार पंच और डाई मिलकर प्रेस टूल बनाते हैं। धातु की चद्दर को डाई के ऊपर रखकर हत्थे को घुमाते हैं जिससे रैम नीचे आता है और धातु चद्दर पर दाब डालता है। इस प्रकार के प्रेस को यदि



चित्र 1 : हस्तचलित प्रेस

अच्छे से अभिकल्पन किया गया हो तो इससे छोटे-छोटे उत्पादों को बहुत अधिक मात्रा में उत्पादित किया जा सकता है। इस प्रेसों का प्रयोग सामान्यत: असेम्बली, पंचिंग, एम्बॉसिंग आदि के लिए प्रयोग किया जाता है।

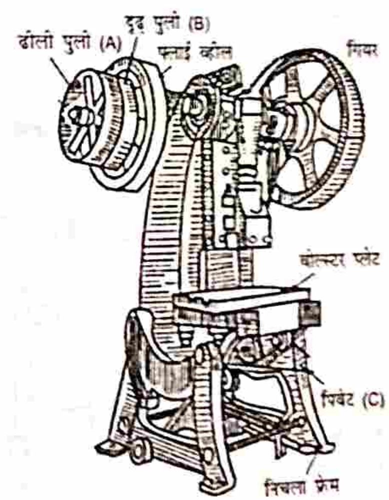
(b) शक्ति चलित प्रेस—शक्ति चलित प्रेस हस्त चलित प्रेस का उत्कृष्ट रूप है। इन प्रकार के प्रेसों को यान्त्रिक, द्रवीय एवं वायुकीय शक्ति द्वारा चलाने के लिए प्रयोग होता है। इन प्रेसों की क्षमता 5 से 10 टन की होती है। इसमें इंजन से प्राप्त या मोटर से प्राप्त घूर्णन गति को कैंक एवं कनेक्टिंग रॉड यन्त्रावली द्वारा पश्चाग्र गति में परिवर्तित करते हैं, एवं कभी-कभी रैक एवं पिनियन यन्त्रावली का भी प्रयोग पश्चाग्र गति को प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इस प्रकार के प्रेस भारी कर्षण प्रक्रियाओं को छोड़कर अन्य सभी प्रक्रमों के लिए प्रयोग किये जाते हैं।

अन्य प्रकार के शक्ति चलित प्रेस शक्ति चलित प्रेस हैं जिनमें द्रवीय शक्ति का प्रयोग रैम को चलाने तथा दाब उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। रैम को ऊपर-नीचे चलाने के लिए अधिक दाब उत्पन्न करने वाले द्रवीय पिस्टन सिलिण्डर का प्रयोग किया जाता है जिससे द्रव के माध्यम से अत्यधिक दाब बल उत्पन्न किया जाता है। द्रवीय शक्ति चलित प्रेसों में द्विक्रियाकारी सिलिण्डर का प्रयोग पश्चाग्र गति की प्राप्ति के लिए किया जाता है।

द्रव शक्ति चलित प्रेस में कार्य प्रक्रिया धीरे होती है लेकिन शक्ति अधिक एवं विस्थापन सामान्यत: छोटा होता है।

वायु चलित शक्ति प्रेस में भी वही यन्त्रावली होती है जो द्रव चलित शक्ति प्रेस में होती है। लेकिन जहाँ द्रव चलित शक्ति प्रेस में द्रव का प्रयोग होता है वहीं वायु चलित शक्ति प्रेस में हवा का प्रयोग किया जाता है। वायु चलित शक्ति प्रेस सामान्यत: कम क्षमता की होती है। लेकिन इनमें रैम का विस्थापन अधिक होता है।

शक्ति चलित प्रेसों में फ्लाईव्हील का प्रयोग ऊर्जा एवं गति के उच्चावचन को नियन्त्रित करने के लिये किया जाता है।



चित्र 2 : शक्ति चलित प्रेस

2. फ्रेमों की अभिकल्पन के आधार पर प्रेसों का वर्गीकरण

(a) बेंच प्रेस (Bench Type Press)—ये शक्ति चलित प्रेस के समान ही होते है लेकिन इनकी दक्षता कम होती है तथा ये स्वचालित नहीं होते हैं।

(b) अन्तराल फ्रेम प्रेस (Gap frame press)—ये प्रेस भी शक्ति चलित प्रेस के समान होते है जिनमें बेड एव फ्रेम ठोस पिण्ड के रूप में होते हैं। वेल्डित होने के कारण इन प्रेसो को झुकाया नहीं जा सकता। इनके पिछले भाग खुले या बन्द प्रकार के

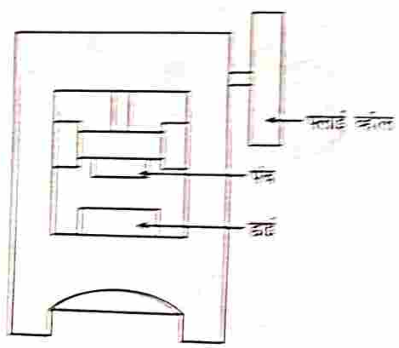
हो सकते हैं। इन प्रेसों पर लम्बे संस्तरों (bed) का प्रयोग किया जा सकता है तथा इस प्रेस की बन्द ऊँचाई (Shut height) अपेक्षाकृत अधिक होती है।

(c) नमनशील फ्रेम प्रेस (Inclined frame press)—इस प्रकार के प्रेसों का प्रयोग आधुनिक उद्योगों में बहुतायत से किया जाता है क्योंकि इनको आवश्यकतानुसार झुकाया जा सकता है तथा इनको lock किया जा सकता है। इनके पश्च भाग प्रायः खुले होते हैं जहाँ से बने हुए उत्पाद गुरुत्वाकर्षण के कारण नीचे सरक जाते हैं।

(d) समायोज्य संस्तर प्रेस (Adjustable bed type press)—इस प्रकार के प्रेस में संस्तर (bed) एक उत्थापक स्क्रू (lead screw) एवं नट यन्त्रावली के ऊपर लगा रहता है जिसके कारण इनको ऊपर एवं नीचे किया जा सकता है। इस सुविधा के कारण विभिन्न प्रकार के आकार वाले उत्पादों को बनाने के लिये बन्द ऊँचाई (shut height) में पर्याप्त परिवर्तन किया जा सकता है। इस सुविधा के होने से मशीन के अंग थोड़े कमजोर होते हैं जिसके कारण इन प्रेसों का प्रयोग हल्के कार्यखण्डों को बनाने के लिए किया जाता है।

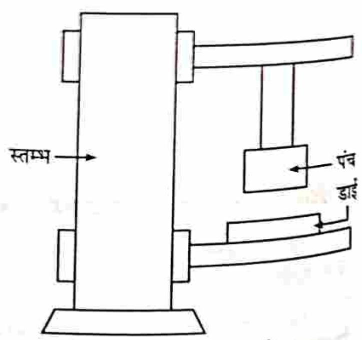
(e) शृंग प्रेस (Horn press)—इन प्रेसों में खोले जाने वाले आधार का प्रयोग किया जाता है जिन्हें शृंग (horn) कहते हैं। अन्य सभी प्रकार के प्रेसों में डाई का आधार क्षैतिज कालम से बोल्ट के माध्यम से जुड़ा रहता है। ऐसी व्यवस्था होने से मशीन की सुदृढ़ता कम हो जाती है।

(f) सरल पार्श्व प्रेस (Straight side press)—ये प्रेस सामान्यतः बड़ी एवं बहुत सुदृढ़ होती हैं। इनकी संरचना ऐसी होती है : ये एक, दो या तीन कार्यकारी प्रेस क्रियायें कर सकते हैं। ये उच्च भार के कार्यखण्डों को कर पाने में पूर्णतः सक्षम होते हैं। इनमें फ्लाईव्हील एवं गियर बॉक्स शक्ति संरक्षण के लिये लगे होते हैं। इन प्रेसों की क्षमता कुछ एक टन से लेकर दो हजार टन की हो सकती है।



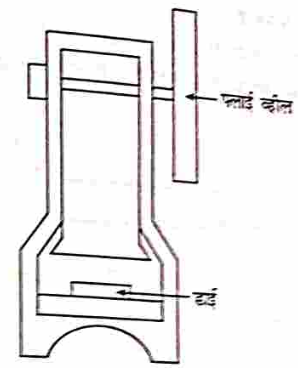
चित्र 3 : सरल पार्श्व प्रेस

(g) स्तम्भ प्रारूप प्रेस (Pillar type press)—जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है, यह प्रेस बनावट में स्तम्भ ड्रिल मशीन की तरह का होता है और यह कई टन की क्षमता के अनुसार अलग-अलग आकारों में होते हैं।



चित्र 4 : स्तम्भ प्रारूप प्रेस

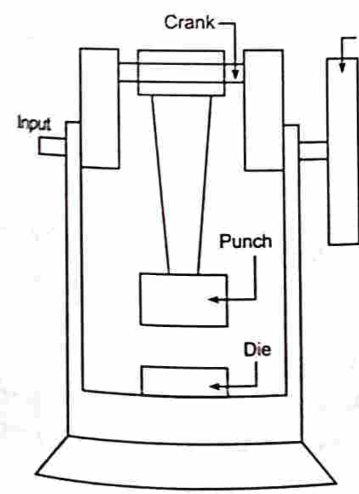
(h) मेहराब प्रारूप प्रेस (Arch type press)—सामान्यतः ये छोटे आकार के प्रेस होते हैं जिनका अधिक संस्तर क्षेत्रफल होता है। इनमें चलने वाले रैम की चाल छोटी या बड़ी आकार के अनुसार होती है। फ्रेम मेहराब की आकृति का होता है और सामने का क्षेत्र खुला होता है।



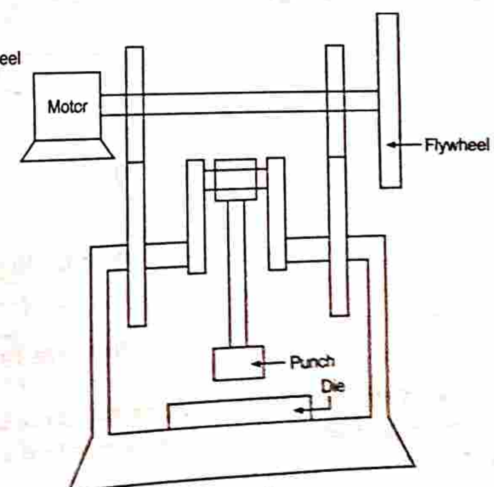
चित्र 5 : मेहराब प्रारूप प्रेस

3. चालन यन्त्रावली के आधार पर वर्गीकरण (Classification Based on Actuation of Ram)

(a) क्रैंक एवं संयोजन दण्ड चालन यन्त्रावली युक्त प्रेस—इस तरह के प्रेस में क्रैंक एवं संयोजन दण्ड यन्त्रावली होता है। ये सामान्यतः बड़े कार्यखण्डों के लिए प्रयोग किये जाते हैं। इनके क्रैंक के साथ संयोजन दण्ड के एक सिरे को पिन द्वारा तथा दूसरे सिरे को एक दूसरी पिन द्वारा रैम से सम्बद्ध किया जाता है। क्रैंक शाफ्ट के एक सिरे पर गतिपालक पहिया आरोपित रहता है जो क्रैंक को घूर्णन गति प्रदान करता है।



अपरिवर्तित गति चालन
क्रैंक एवं संयोजक दण्ड यन्त्रावली प्रेस

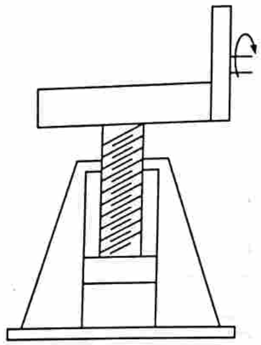


परिवर्तित गति चालन
क्रैंक एवं संयोजक दण्ड यन्त्रावली प्रेस

चित्र 6

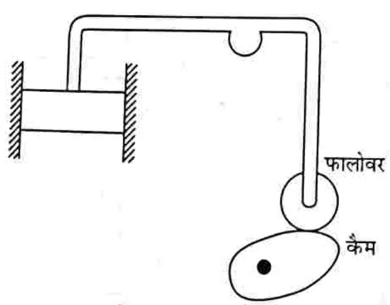
(b) उत्केन्द्रीय चालन यन्त्रावली युक्त प्रेस—इसका रैम एक उत्केन्द्री चालन यन्त्रावली द्वारा प्रचालित होता है। इनका उपयोग सामान्यतः वहाँ होता है जहाँ रैम के आघात की लम्बाई अपेक्षाकृत कम होती है। इसका क्रिया सिद्धान्त क्रैंक एवं संयोजन दण्ड चालन यन्त्रावली जैसा ही होता है। केवल भिन्नता यह है कि संयोजन दण्ड का एक सिरा एक कक्ष की आकृति का बना होता है जिसमें एक उत्केन्द्रक घूमता है।

(c) घर्षण चक्र चलित प्रेस—इस तरह के प्रेस में रैम को चलाने के लिए एक जोड़े घर्षण पहिये का प्रयोग होता है, जैसा चित्र में प्रदर्शित है। एक गतिपालक स्क्रू के ऊपर लगा होता है जो घर्षण पहिए से सम्पर्क बनाकर चलता है।



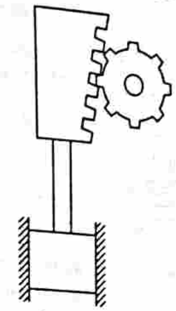
चित्र 7 : घर्षण चलित प्रेस

(d) कैम चलित प्रेस (Cam driven press)—इसमें कैम चालन यन्त्रावली का उपयोग रैम को प्रत्यागामी गति प्रदान करने में होता है। इस प्रेस में आघात के अन्त में रैम कुछ समय के लिए निष्क्रिय स्थिति में रहता है। इसमें उत्केन्द्रिता के सिद्धान्त का प्रयोग होता है किन्तु उत्केन्द्री प्रेस की तरह का संयोजन दण्ड प्रयोग नहीं किया जाता है।



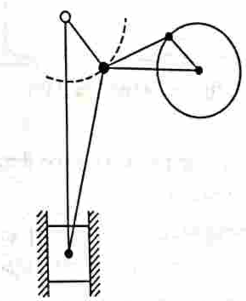
चित्र 8 : चलित प्रेस

(e) रैक तथा पिनियन चालन यन्त्रावली युक्त प्रेस—इस प्रेस में रैम एक रैक में निचले हिस्से पर लगा होता है। रैक एक पिनियन द्वारा चलाया जाता है। द्रुत वापसी यन्त्र का प्रयोग रैम को उसकी प्रारम्भिक स्थिति में पहुँचाने के लिए किया जाता है। ये प्रेस सामान्यतः कम क्षमता के होते हैं।



चित्र 9 : रेक व पिनियन चलित प्रेस

(f) नकल जोड़ चलन यन्त्रावली प्रेस—इस प्रेस में एक संयोजन तथा दो नकल लीवर होते हैं। रैम के ऊपर-नीचे चलने की प्रक्रिया चित्र द्वारा समझी जा सकती है। इस यन्त्रावली का प्रयोग अत्यधिक बल उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।



चित्र 10 : नकल जोड़ चलित प्रेस

(g) द्रव एवं वायु चलित प्रेस—इनमें मुख्यतः एक द्विक्रिया सिलिण्डर तथा पिस्टन होता है। रैम को सीधे ही पिस्टन दण्ड से सम्बद्ध किया जाता है। पिस्टन को वायु या द्रव के दाब द्वारा चलाने पर प्रत्यागामी गति प्राप्त होती है। रैम पिस्टन से गति प्राप्त करके प्रेस कार्य करता है।

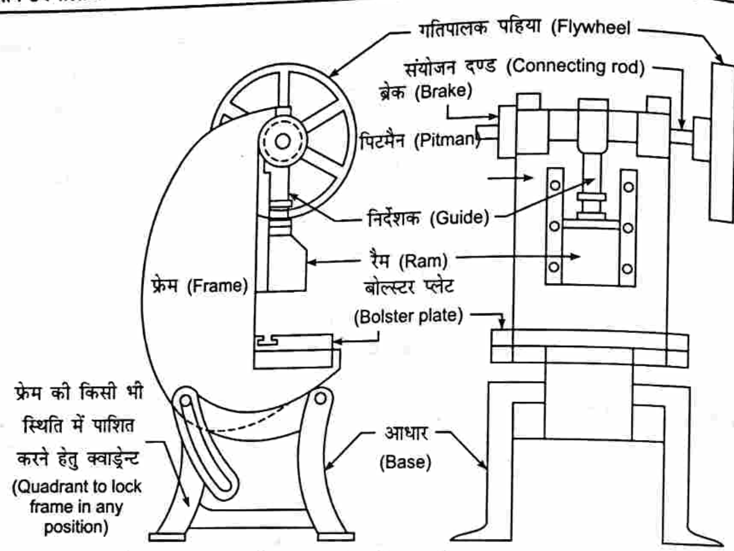
4.3 शक्ति प्रेस के प्रमुख अंग (Main parts of a power press)

1. आधार (Bed)—यह शक्ति प्रेस का एक मुख्य आलम्बी अंग है। शक्ति प्रेस के आधार में फ्रेम को झुकाने तथा कसने की भी व्यवस्था होती है। आधार का बीच का भाग खुला रहता है जहाँ से ब्लैंक को नीचे जाने में सुविधा होती है।

2. बोल्स्टर प्लेट (Bolster plate)—यह प्रेस के आधार पर संयोजित एक सपाट प्लेट होता है जो कि डाई ब्लॉक (die block) तथा प्रेस के अन्य सहायक अंगों एवं युक्तियों को आलम्ब प्रदान करता है। एक बार बोल्स्टर प्लेट को यदि लगा दिया जाता है, तब इसे कभी भी परिवर्तित नहीं किया जाता है।

3. फ्रेम (Frame)—फ्रेम एक शक्ति प्रेस का प्रमुख अंग है। यह रैम तथा अन्य चालन यन्त्रावली को आलम्ब प्रदान करता है। यह मजबूत अंगों वाला एवं प्रेस का एक सदस्य है जो कि रैम द्वारा उत्पन्न बल को सहन करने की क्षमता रखता है।

4. रैम (RAM)—रैम प्रेस का मुख्य प्रचालक सदस्य है जो कि फ्रेम पर बड़े गाइड के मध्य ऊपर एवं नीचे प्रत्यागामी गति करता है और अपनी तली में लगे पंच (punch) के द्वारा बल लगाकर प्रेस कार्य करता है।



चित्र 11 : शक्ति (पावर) प्रेस

5. पिटमैन (Pitman)—संयोजक दण्ड जो क्रैंक एवं रैम को जोड़ता है उसे पिटमैन कहते हैं। रैम के स्ट्रोक की लम्बाई को परिवर्तित करने के लिए पिटमैन को बदला जा सकता है।

6. क्रैंक, उत्केन्द्रक या अन्य चालन यन्त्रावली—रैम सामान्यत: प्रेस कार्य के लिए पश्चाग्र गति करता है। मोटर द्वारा प्राप्त घूर्णन गति को पश्चाग्र गति में परिवर्तित करने हेतु क्रैंक, उत्केन्द्रक और संयोजन दण्ड का प्रयोग किया जाता है।

7. गतिपालक पहिया (Flywheel)—चालक शाफ्ट (driving shaft) पर लगा हुआ एक पहिया है। गतिपालक पहिये को मोटर द्वारा चलाया जाता है। गतिपालक पहिया निष्क्रिय समय में ऊर्जा का संचय करता है तथा दाबन प्रक्रिया (press working) के समय ऊर्जा की आवश्यकता की पूर्ति करता है। यदि दाबन प्रक्रिया के लिए आवश्यक ऊर्जा की प्राप्ति नहीं हो पाती है तो मशीन के कार्य सम्पादन करने की प्रक्रिया स्वत: ही बन्द हो जाती है।

8. क्लच—गतिपालक पहिये को चालक शाफ्ट के साथ आबद्ध (engage) एवं निर्बद्ध (disengage) करने के लिए क्लच का उपयोग किया जाता है।

9. ब्रेक (brakes)—गतिपालक पहिये को चालक शाफ्ट से आबद्ध करने के पश्चात् उसे इच्छानुसार रोकने के लिए ब्रेक का प्रयोग किया जाता है।

4.4 प्रेस का चयन (Selection of Press)

एक प्रेस टूल डिजाइनर को प्रेस कार्य हेतु एक सही प्रेस की जानकारी एवं उसके द्वारा किये जाने वाले कार्यों की जानकारी पूर्णत: होनी चाहिए। प्रेस टूल का अभिकल्पन एकदम साधारण एवं सरल तथा कार्य की दक्षता उत्कृष्ट होनी चाहिए।

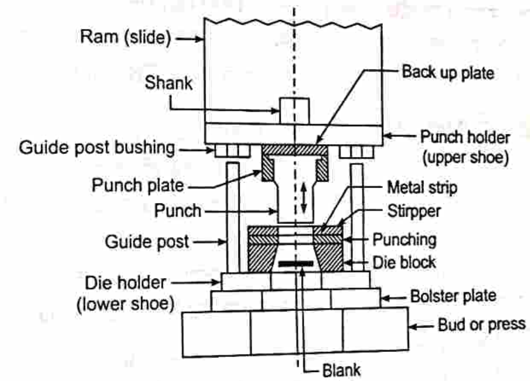
एक दिये गये कार्य को करने हेतु प्रेस टूल का सही आकार एवं प्रकार का टूल चयन करने हेतु निम्न बिन्दुओं को ध्यान में रखना चाहिए—

1. प्रेस की क्षमता (टन में) तथा इसकी मजबूती।
2. गतिपालक पहिये के लिए आवश्यक ऊर्जा।
3. प्रक्रिया की गति।

4. मोटर की शक्ति।
5. डाई का आकार एवं प्रकार।
6. स्ट्रोक की लम्बाई।
7. कार्यखण्ड के प्रभरण का तरीका।
8. आधार के ऊपरी भाग एवं रैम के निचले भाग के मध्य की दूरी जब रैम पूर्णत: नीचे हो।

4.5 पंच एवं डाई एसेम्बली के प्रमुख भाग (Main Parts of Punch and Die Assembly)

डाई एसेम्बली के अभिकल्पन के आधार पर प्रेस टूल का प्रयोग विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिये किया जा सकता है। इस एसेम्बली को दो भागों में बाँटा जा सकता है—एक भाग वह जो पश्चाग्र गति करने वाले रैम के ऊपर स्थापित होता है और दूसरा बोल्स्टर प्लेट के ऊपर बोल्ट के माध्यम से स्थापित होता है। पंच एक नर भाग (male member) तथा डाई एक मादा भाग (female member) है। पंच एवं डाई युक्तियों को एक साथ सही स्थान पर रखने के लिए अन्य युक्तियों की आवश्यकता होती है। इस एसेम्बली के मुख्य भागों का विवरण निम्नवत् है—



चित्र 12

1. बोल्स्टर प्लेट (Bolster plate)—यह प्रेस के आधार पर लगी हुई 5 से 10 सेमी मोटी प्लेट है जो उच्च कर्तन इस्पात से बनी होती है। यह प्लेट प्रेस की अन्य सहायक युक्तियों को सहारा प्रदान करता है। सामान्यत: यह प्लेट कभी भी बदली नहीं जाती है।

2. डाई धारक (Die holder)—यह डाई को पकड़ने का कार्य करता है तथा यह स्वयं बोल्स्टर प्लेट के ऊपर बँधा रहता है।

3. डाई रिटेनर (Die Retainer)—डाई रिटेनर डाई ब्लॉक को पंच के सापेक्ष उचित स्थान एवं स्थिति में बाँधे रखता है। डाई रिटेनर को डाई धारक (die holder) पर आरोपित किया जाता है।

4. डाई (Die)—यह डाई एसेम्बली का मादा भाग है जो कार्य की आवश्यकतानुसार उचित आकृति एवं आकार में बनाया जाता है। यह अंग जहाँ तक सम्भव हो छोटे आकार का बनाया जाता है। यह कठोर एवं घिसावरोधी धातु का बना होता है तथा इसकी परिशुद्धता अधिक होती है।

5. पंच (Punch)—यह डाई एसेम्बली का नर भाग होता है और कार्यखण्ड में कर्तन की वास्तविक क्रिया इसके द्वारा सम्पन्न होती है। इसे उच्च कार्बन इस्पात का बनाया जाता है जिसको उचित ऊष्मा उपचार करके अत्यधिक कठोर किया जाता है। पंच एवं डाई में पर्याप्त अवकाश (clearance) रखा जाता है जिससे कि पंच डाई में फंसे नहीं।

6. पंच धारक (Punch Holder)—पंच धारक पंच को पकड़ने का एक उप साधन है जो रैम के नीचे वाले पृष्ठ पर शैंक की सहायता से कसा होता है। शैंक पंच धारक का ही अभिन्न अंग होता है जो रैम में बने निश्चित स्थान पर प्रवेश करता है तथा पंच को संरेखित करता है। पंच धारक उच्च कार्बन इस्पात का बना होता है।

7. पंच रिटेनर या प्लेट (Punch retainer)—यह पंच की बॉडी पर फिट होता है तथा पंच धारक पर बोल्टों की सहायता से कसा होता है।

8. निर्देशक खण्ड तथा निर्देशक खण्ड बुश (Guide post & busing)—पंच तथा डाई सदस्यों को एक बार उचित स्थान पर लगाने एवं संरेखित करने के पश्चात् निर्देशक खण्ड एवं निदेशक बुश उन्हें उसी स्थान पर बनाये रखता है। ऐसा करने से डाई के अपने स्थान से विक्षेपित होने की सम्भावना नहीं रहती है। निर्देशक पिन एवं बुश पंच धारक (die holder) के ही अंग होते हैं।

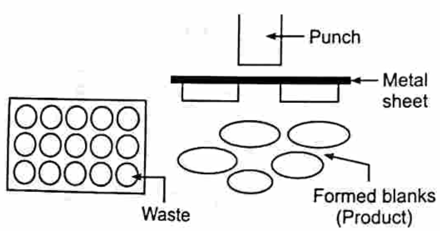
9. विगलक प्लेट (Stripper plate)—कर्तन क्रिया करने के पश्चात् जब पंच वापस ऊपर की ओर जाता है तब ब्लैंक पदार्थ पंच के साथ ही ऊपर जाने का प्रयास करते हैं, लेकिन विगलक प्लेट (Stripper plate) ऐसा होने से रोकता है।

10. दाब प्लेट या बैकिंग प्लेट (Pressure plate or Backing plate)—जब पंच शीर्षरहित (headless) होता है और इसको दाब प्रक्रिया के लिये प्रयोग करना होता है तब एक कठोरित इस्पात (hardened steel) की बनी हुई दाब प्लेट या बैकिंग प्लेट, पंच तथा पंच धारक के बीच लगा दी जाती है जिससे कि पंच धारक पर दाब तीव्रता का व्यापक प्रभाव न पड़ सके। यह प्लेट दाब तीव्रता को पंच धारक में वितरित कर देता है तथा पंच के कुचलने (crushing) से बचाता है।

4.6 प्रमुख प्रेस संक्रियायें (Main Press Operations)

1. प्रेसिंग या स्टैम्पिंग—प्रेस द्वारा निर्मित कार्यखण्डों को तैयार करने की प्रक्रिया को प्रेसिंग (pressing) या स्टैम्पिंग (stamping) कहते हैं। यदि कोई अंग सपाट होता है तो उसे स्टैम्पिंग (stamping) तथा ऐसे खण्ड जिनकी विशेष आकृति होती है तो इसके निर्माण की प्रक्रिया को प्रेसिंग (pessing) कहते हैं।

2. ब्लैंकिंग (Blanking)—किसी धातु चद्दर से यदि चपटी आकृति के छोटे-छोटे अंग काटे जाते हैं तो काटे गये अंग ही ब्लैंक (blank) कहलाते हैं तथा शेष बची हुई चादर का टुकड़ा व्यंर्थ पदार्थ (waste material) होता है। सिक्के, वाशर आदि इसी प्रक्रिया द्वारा बनाये जाते हैं।



चित्र 13 : ब्लैंकिंग

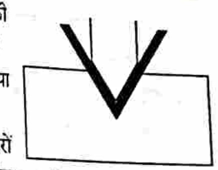
3. पंचिंग (Punching)—पंच द्वारा डाई के माध्यम से धातु चद्दर में गोल छिद्र निर्मित करने की प्रक्रिया को पंचिंग (punching) कहते हैं। इस प्रक्रिया में छिद्र से जो पदार्थ कटकर अलग हो जाता है, वह व्यर्थ पदार्थ होता है तथा शेष छिद्रयुक्त चद्दर उत्पाद होता है।

4. भेदन (Piercing)—यह प्रक्रिया भी पंचिंग के समान ही होती है किन्तु पंचिंग एवं भेदन में यह अन्तर है कि पंचिंग में गोल छिद्र बनाये जाते हैं तथा भेदन प्रक्रिया में बनायी जाने वाली आकृति गोल के अतिरिक्त किसी अन्य प्रकार की भी हो सकती हैं।

5. लघु-छिद्रण (Perforating)—लघु-छिद्रण (perforating) भी भेदन (piercing) जैसी ही एक अपरूपण प्रक्रिया है जिसकी सहायता से धातु चद्दर से छोटे-छोटे एकसमान छिद्र अधिक मात्रा में बनाये जाते हैं।

6. नॉचिंग (Notching)—एक धातु की चद्दर से विशेष प्रकार के पट्टी या चादर की कोर से अभीष्ट आकृति के धातु के टुकड़े काटकर अलग करने की क्रिया को नॉचिंग कहते हैं।

7. बंकन (Bending)—धातु की चादर को किसी निर्धारित कोण पर मोड़ने की क्रिया को बंकन (bending) कहते हैं।



चित्र 14 : Bending

8. एम्बॉसिंग (Embossing)—यह एक निष्पीडन संक्रिया है जिसका प्रयोग धातु चादरों पर या धातु अवयवों पर चित्रों, अक्षरों की छपाई करने के लिए प्रयोग किया जाता है। इसमें पंच एवं डाई पर या किसी एक पर चित्रों, अक्षरों की नक्काशी की हुई होती है जो कि निष्पीडन तथा धातु के सुघटय प्रवाह के फलस्वरूप धातु पर ज्यों की त्यों छप जाती है।

9. बहिर्वेधन (Extrusion)—यह प्रक्रिया प्लास्टिक या धातु को दाब द्वारा एक निश्चित आकृति के बने छिद्र से धातु या प्लास्टिक पदार्थ को गर्म अवस्था में निष्कासित करने की प्रक्रिया है।

10. कर्षण (Drawing)—जब एक धातु को ब्लैंक को छिछले कप की आकृति में उत्पाद बनाया जाता है तो उसे कर्षण कहते हैं। इस प्रक्रिया में पंच नीचे अग्रसर होता है और दाब पैड ब्लैंक को डाई पर दृढ़ता से दबाये रहता है। पंच धीरे-धीरे नीचे आता है और धातु को सुघट्य प्रभाव के कारण धातु डाई के छिद्र की कोरों से नीचे कर्षित होने लगती है तथा कप की आकृति में बदल जाती है।

11. सिक्का रूपण (Coining)—पंच एवं डाई में बने छपाई (impression), डिजाइन (design), अक्षर (letter) या चित्र (figure) को एक धातु के बने गोलीय टुकड़े के ऊपर दाब देकर उभार एवं छपाई प्राप्त करने की प्रक्रिया को सिक्का रूपण (coining) कहते हैं। इस प्रक्रिया में बहुत अधिक दाब बल की आवश्यकता होती है।

12. छिलाई (Shaving)—ब्लैंकिंग प्रक्रिया द्वारा प्राप्त उत्पाद के किनारे के तल रूप रुक्ष एवं असमान होते हैं तथा शुद्ध वर्गाकार नहीं होते हैं। इन भागों की शुद्ध विमायें प्राप्त करने के लिए किनारों से धातु की पतली पट्टी काटने की प्रक्रिया को छिलाई (shaving) कहते हैं।

13. कुण्डलन (Curling)—यह यह बंकन प्रक्रिया है जिसके प्रयोग से किसी अवयव के कोरों को छल्ले के रूप में मोड़ने की क्रिया की जाती है। इस प्रक्रिया के लिए एक विशेष प्रकार का पंच प्रयोग किया जाता है जो कप रूप में प्राप्त सामान पर कुण्डलन की प्रक्रिया करता है।

14. कप कर्षण (Cupping)—ऐसी कर्षण संक्रिया जिसके द्वारा कप की आकृति के अवयवों का उत्पादन किया जाता है। कप कर्षण प्रक्रिया में सामान्यत: आकृति के गहरे खण्ड तैयार करते हैं। यह प्रक्रिया सामान्य कर्षण प्रक्रिया के ही समान होती है।

15. प्ररूपण (Forming)—धातु चद्दर को वक्र रेखा के अनुरूप मोड़ने की प्रक्रिया को प्ररूपण कहते हैं। इस प्रक्रिया के लिए धातु चद्दर को पंच एवं डाई के मध्य रखकर दाब प्रेषित किया जाता है जिसके फलस्वरूप धातु में प्रत्यास्थता सीमा से अधिक तनन एवं सम्पीडन प्रतिबल पैदा होते है। धातु पंच एवं डाई की आकृति के अनुरूप आकृति ग्रहण कर लेती है।

4.7 प्रेस टूल के अभिकल्पन हेतु सामान्य मान्यतायें

1. ऐसे खण्ड जिन पर बार-बार प्रहार होता है, उनको अधिक मजबूत बनाना चाहिए।
2. हमेशा साधारण अधिकल्पन एवं संक्रिया का प्रयोग करना चाहिए।
3. टूल की लागत उसके द्वारा उत्पादित खण्डों की संख्या के अनुरूप ही होनी चाहिए।
4. सभी मापन गेजों को दशमलव में इंगित करें जिससे कि त्रुटि की सम्भावना कम हो।
5. केवल मानक अभिकल्पन का प्रयोग करें तथा इसमें बार-बार बदलाव न करें।

6. टूल के लिए लिमिट निर्धारित करते समय सावधानी बरतें। बहुत सूक्ष्म लिमिट से लागत बढ़ती है तथा सेटिंग एवं चालन प्रक्रिया में कठिनाई होती है।

7. कर्षण प्रक्रिया के लिए एक कोर प्रदान करें जिसमें नुकीले कोने न हों।

8. ब्लैंकिंग प्रक्रिया के लिए डाई का आकार ब्लैंक के माप का निर्धारण करता है।

9. भेदन प्रक्रिया में पंच का आकार छिद्र के आकार का निर्धारण करता है।

10. डाई में अवकाश (clearance) $\frac{1}{2}°$ से 3° तक हो सकता है।

11. बंकन प्रक्रिया में नुकीले कोने नहीं होने चाहिए। बंकन त्रिज्या कार्यखण्ड की मोटाई की दुगुनी होनी चाहिए।

12. मशीन की क्षमता का रिकार्ड हमेशा निर्धारण करते रहें।

13. टूल का अभिकल्पन सुरक्षा मानकों को ध्यान रखते हुए करना चाहिए।

14. यदि मशीन के अंगों के संयोजन के लिए स्क्रू का प्रयोग किया जाता है तो स्क्रू में पर्याप्त चूड़ी होनी चाहिए।

15. कास्ट आयरन में छोटे स्क्रू मेट्रिक थ्रेड के बने नहीं प्रयोग करने चाहिए। इसके स्थान पर विथवर्ड चूड़ी के स्क्रू प्रयोग करने चाहिए।

16. टूल का इतना अवकाश अवश्य होना चाहिए जिससे कि कार्यखण्ड को निकाला जा सके।

17. टूल का अभिकल्पन इस प्रकार से होना चाहिए कि यह प्रेस कार्य की बहुत आवश्यकताओं की पूर्ति कर सके।

18. ब्लैंकिंग एवं पियरसिंग क्रिया करते समय कार्यखण्ड की मोटाई के $\frac{1}{20}$ दूरी के बराबर की साइड छूट अवश्य होनी चाहिए।

4.8 पंच एवं डाई का अभिकल्पन

पंच एवं डाई का अभिकल्पन कार्यखण्ड पर लगने वाले सम्पूर्ण कटाई दाब बल के आधार पर किया जाता है। कुल उत्पन्न कर्तन बल की मात्रा निम्न प्रकार से निकाली जा सकती है—

1. पंचिंग एवं कर्तन कार्य हेतु—

(a) जब बनाये जाने वाला कार्यखण्ड आयताकार हो। माना कार्यखण्ड की विमायें हैं—

लम्बाई $= l$

चौड़ाई $= b$

मोटाई $= t$

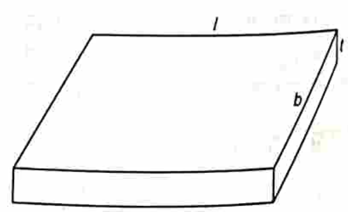
कर्तन क्षेत्रफल $= 2(l+b)\times t$

यदि कर्तन प्रतिबल सहन करने की क्षमता 'f_s' है, तब

बल (F_s) = Stress × area

= प्रतिबल × क्षेत्रफल

$= f_s \times 2(l+b)\times t$



चित्र 15

(b) जब बनाये जाने वाला कार्यखण्ड गोलाकार है।

माना कार्यखण्ड का व्यास $= d$

कार्यखण्ड की मोटाई $= t$

पंचिंग द्वारा काटे गये खण्ड की परिधि $= \pi d$

कर्तन क्षेत्रफल $= \pi d \times t$

बल $(F_s) = \pi dt \times f_s$

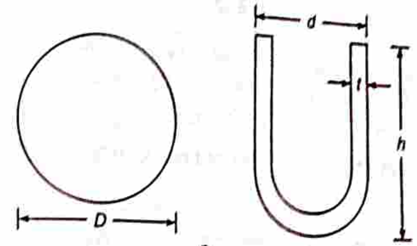
कर्तन बल निम्न पर निर्भर होते हैं—

1. कर्तन कोर की तीव्रता।
2. डाई तथा पंच के मध्य का अवकाश।
3. डाई तथा पंच पर बना अपरूपण कोण।
4. कर्तन किये जाने वाले खण्ड की कठोरता।

2. कर्षण तथा प्ररूपण के लिये (For drawing & forming)

माना कि ब्लैंक का व्यास D है

कप का व्यास 'd' एवं ऊँचाई 'h' है।



चित्र 16

$$D = \sqrt{d^2 + 4\,dh}$$

कर्षण बल, $F = \pi dt \times f_t$

$$= \pi dt \times f_c\left(\frac{D}{d} - 1\right)$$

जहाँ f_t = मेटिंग शीट की तनन सामर्थ्य

f_c = मेटिंग शीट की स्पीडन सामर्थ्य

वास्तव में लगाया गया कर्षण बल सैद्धान्तिक बल से अधिक होना चाहिए क्योंकि धातु चद्दर एवं डाई के मध्य घर्षण बल कार्य करता है।

दाब प्लेट के द्वारा लगाये गये बल के प्रतिरोध के कारण एक स्थिरांक 'c' को बल सूत्र में जोड़ देते हैं।

$$\therefore \quad F = \pi\, dt \times f_c\left(\frac{D}{d} - 1 + c\right)$$

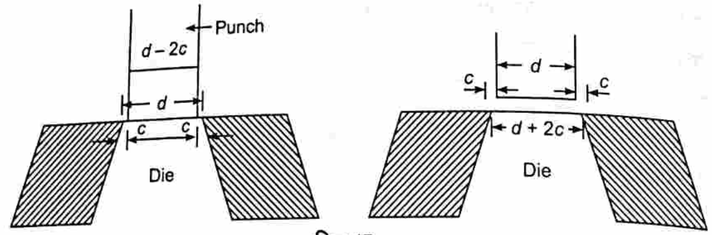
जहाँ c = सुरक्षा गुणांक

4.9 पंच तथा डाई व्यवस्था पर प्रदान किया गया अवकाश (Clearance Provided on Punch & Die System)

(a) साइड छूट (Side clearance)—एक डाई अवकाश चार्ट का प्रयोग निर्धारित साइड छूट मान डाई के लिए विभिन्न प्रकार की धातुओं के लिए किया जाना चाहिए।

यदि डाई एवं पंच के मध्य कोई भी साइड छूट नहीं दी जाती है, तब ब्लैंकिंग एवं पियरसिंग (भेदन) क्रिया के लिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है।

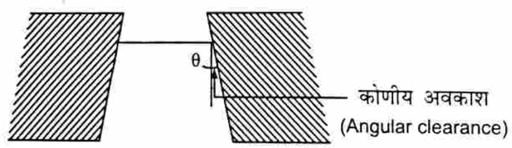
विभिन्न प्रकार के दाब प्रक्रमों के लिए ब्लैंकिंग एवं भेदन क्रिया हेतु डाई को सही माप का होना चाहिए लेकिन पंच पर निर्धारित छूट प्रदान की जानी चाहिए।



चित्र 17

(b) कोणीय अवकाश (Angular clearance)—पंच की अच्छी क्रिया तथा ब्लैंक को डाई से सुगमता से बाहर निकालने के लिए डाई में कोणीय अवकाश दिया जाता है जिससे कि ब्लैंक डाई में फंसने न पाये। कोणीय अवकाश डाई के छिद्र में दोनों साइडों में प्रदान किया जाता है जिसका मान प्रत्येक साइड में ½° से 2° रखा जाता है।

(c) डाई के ऊपरी भाग पर भी अवकाश के रूप में थोड़ी सी त्रिज्या प्रदान की जाती है जिससे कि पंच क्रिया के समय डाई में फँसे नहीं।



चित्र 18

4.10 प्रेस की डाइयों का वर्गीकरण

प्रेस की डाइयाँ एकल क्रिया एवं बहु क्रिया के लिए हो सकती हैं। एकल क्रिया वाली डाइयों का अभिकल्पन बहुत आसान होता है तथा इनकी बनावट भी बहुत सरल होती है। ये रैम के एक स्ट्रोक में अपने कार्य के सम्पादित करती है। बहु क्रिया वाली डाईयाँ रैम के एक स्ट्रोक में बहुत सारी या एक से अधिक क्रियाएँ सम्पादित करते हैं।

1. एकल क्रिया डाई—ये दो प्रकार की हो सकती हैं—

(a) कर्तन डाई (Cutting dies)

(b) कर्षण डाई (Forming dies)

2. बहु-क्रिया वाली डाई

(a) यौगिक डाई (Compound dies)

(b) प्रगतिशील डाई (Progressive dies)

(c) संयुक्त डाई (Combination dies)

1. एकल क्रिया डाई—ये डाईयाँ बहुत ही सरल आकार की होती हैं तथा इनका अभिकल्पन भी बहुत आसान होता है। ये रैम के एक चक्र में अपना सम्पूर्ण कार्य कर लेती हैं। इन डाईयों को निम्न में बाँटा जा सकता है—

(a) कर्तन डाई (Cutting dies)—ये डाईयाँ कार्यखण्ड पर कर्तन क्रिया करने के लिए होती हैं। कार्तन क्रिया करके डाई निम्न कार्य करते हैं—1. ब्लैंकिंग, 2. भेदन, 3. पंचिंग, 4. बहु-छिद्रण, 5. शेविंग आदि। इन डाईयों के नाम इनके द्वारा किये जाने वाले कार्यों के आधार पर निर्धारित होते हैं। जैसे—पंचिंग डाई, कर्तन डाई, ब्लैंकिंग डाई आदि।

(b) कर्षण डाई (Forming dies)—जब प्रेस द्वारा किया गया कार्य इस प्रकार का है जिससे कि कार्यखण्ड की आकृति में केवल परिवर्तन होता है, तब इसमें प्रयुक्त डाई को कर्षण डाई (forming die) कहा जाता है। इन डाइयों को इनके द्वारा किये जाने वाले कार्यों के नाम से भी जानते हैं। जैसे—बंकन डाई, प्ररूपण डाई आदि।

2. बहु-क्रिया वाली डाई (Multi-operation Die)—बहु-क्रियाकारी डाई वहाँ प्रयोग की जाती है, जहाँ कि एक कर्तन या एक कर्षण क्रिया के अतिरिक्त भी अन्य कोई क्रिया भी रैम के एक स्ट्रोक में की जाती है। हर एक विभिन्न क्रियाओं के लिए डाई एवं पंच यौगिक अलग-अलग प्रकार के होते हैं। इन डाईयों को मुख्यत: तीन प्रकार से वर्गीकृत कर सकते हैं—

(a) यौगिक डाई (Compound dies)—इन डाईयों का प्रयोग वहाँ किया जाता है, जहाँ कि एक से अधिक क्रियाएँ रैम के एक स्ट्रोक में ही पूर्ण करनी हों और बाध्यता यह भी रहती है कि कार्यखण्ड को बनाने की प्रक्रिया केवल एक स्टेशन पर ही पूर्ण की जाती है।

(b) प्रगतिशील डाई (Progressive dies)—कभी-कभी एक कार्यखण्ड के ऊपर की जाने वाली सभी प्रक्रियाओं के लिए कार्यखण्ड को विभिन्न स्टेशनों (मशीनों) पर ले जाने की आवश्यकता होती है। इसलिए कार्यखण्ड को प्रैस कार्य के लिए एक मशीन से दूसरी मशीन पर हस्तान्तरण करना पड़ता है। इस तरह से हर मशीन पर प्रयोग किये जाने वाले डाई अलग-अलग आकार के हो सकते हैं जो कि रैम के एक स्ट्रोक में सम्पूर्ण क्रिया को पूर्ण करते हैं। एक स्टेशन पर कार्यचक्र के पूर्ण होने के पश्चात् कार्यखण्ड दूसरी मशीन पर हस्तान्तरित हो जाता है। इन स्टेशनों पर प्रयोग होने वाली डाइयों को प्रगतिशील डाई (progressive die) कहा जाता है।

(c) संयुक्त डाई (Combination dies)—संयुक्त डाईयाँ भी प्रगतिशील डाईयों के तरह की होती हैं, जिनके द्वारा कर्तन या कर्षण की एक से अधिक क्रियाएँ इन डाईयों द्वारा की जा सकती हैं। लेकिन बाध्यता यह रहती है कि इन डाइयों द्वारा विभिन्न प्रकार की क्रियाएँ केवल एक स्टेशन पर ही की जाती हैं और रैम के एक स्ट्रोक में कार्य को सम्पादित करना रहता है। इन डाइयों को वृहद् उत्पादन के लिए प्रयोग किया जाता है।

डाईयों का चयन—डाईयों का चयन निम्न के आधार पर किया जाता है—

1. उत्पाद की मात्रा,
2. उत्पाद का आकार,
3. उत्पाद बनावट की जटिलता,
4. क्रियाओं की संख्या,
5. कार्यखण्ड की धातु।

4.11 विभिन्न प्रकार की क्रियाओं में प्रयुक्त डाई

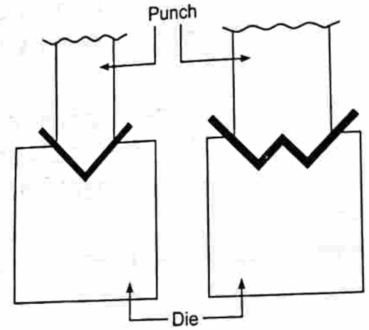
1. ब्लैंकिंग क्रिया डाई—इनका प्रयोग एक चद्दर से या धातु की पट्टी से ब्लैंक तैयार करने के लिए किया जाता है। ब्लैंकिंग एक कर्तन प्रक्रिया है जिसमें पंच के आकार का उत्पाद कार्यखण्ड से तैयार किया जाता है। ब्लैंकिंग क्रिया में प्रयुक्त होने वाले डाई को ब्लैंकिंग डाई कहते हैं। ब्लैंकिंग डाई दो प्रकार की होती है—

(i) अन्त:पात डाई (Drop through die)—ये डाईयाँ उच्च कार्बन इस्पात, उच्च क्रोमियम इस्पात की बनी होती हैं जिनका ऊष्मा उपचार किया जाता है जिससे कि ये मजबूत एवं दृढ़ बन जायें। ये डाइयाँ खोखले आकार की होती हैं। ऐसा इसलिए कि कर्तन क्रिया के होने के पश्चात् तैयार ब्लैंक गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से स्वत: ही नीचे गिर जाय। ब्लैंक को इकट्ठा करने हेतु उपयुक्त वाहक (conveyor) एवं पात्र (pan) लगे होते हैं जिससे कि निर्मित ब्लैंक को संग्रह करने हेतु निश्चित स्थान तक ले जाया जा सके। यदि इन प्रेसों में वाहक यन्त्र (conveyor device) नहीं होते हैं तो प्रेम के फ्रेम को ढालनुमा आकार में बनाया जाता है जिससे कि गिरने वाले ब्लैंक को एक स्थान पर इकट्ठा किया जा सके। इन डाईयों की बनावट बहुत सरल होती है और इनका प्रयोग पतले ब्लैंक तैयार करने के लिए किया जाता है जो कि भार में हल्के होते हैं।

(ii) व्युत्क्रम डाई (Inverted die)—ये डाईयाँ रैम के ऊपर उल्टी अवस्था में लगी होती हैं तथा पंच प्रेस के सस्तर (bed) पर लगी होती हैं। पंच बेड के ऊपर स्थिर अवस्था में बने रहते हैं जबकि डाई रैम के साथ ऊपर-नीचे पश्चाग्र गति करते हैं। इस प्रकार की डाई का प्रयोग भारी ब्लैंक तैयार करने के लिए किया जाता है। ये डाईयाँ बनावट में जटिल होती हैं तथा इनकी लागत भी बहुत अधिक होती है। इसलिए इनका उपयोग व्यापक रूप से नहीं किया जाता है। इन डाइयों को प्रयोग वहाँ किया जाता है जहाँ कि ब्लैंक को नीचे गिरने के लिए स्थान नहीं होता है। इस डाई में एक उच्छालक प्लेट (knock out plate) लगी होती जिसके कारण काटी जाने वाली ब्लैंक निष्कासन से पहले पुन: उसी स्थिति में आ जाती है जिसमें कि वह कर्तन के समय में था।

2. बंकन डाई (Bending dies)—बंकन क्रिया करने के लिए निम्न डाईयाँ प्रयोग की जाती हैं—

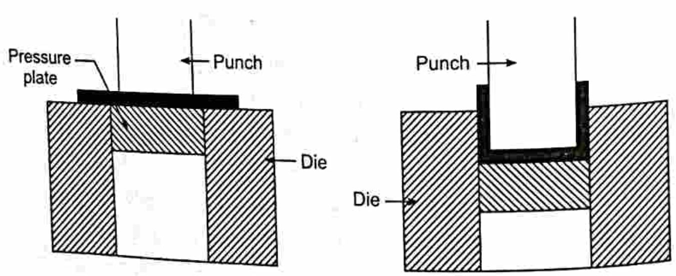
(a) वी-बंकन डाई (V-Bending dei)—ये पतली चद्दरों पर V-आकार के लम्बे खाँचे बनाने में प्रयोग की जाती हैं। ये डाईयाँ V-आकार में होती हैं जो कि मिलने पर V-आकार की आकृति बनाती है। तली डाई में V-खाँचा जबकि शीर्ष डाई में उल्टा V-खाँचा बना होता है। V-डाईयाँ अत्यधिक परिशुद्ध कार्य के लिए उपयुक्त नहीं होती हैं। इन डाईयों पर सामान्यत: 20 ton से 1000 ton का भार अधिकतम 12 mm की चद्दरों पर बंकन क्रिया करने के लिए लगाया जा सकता है।



चित्र 19

(b) दाब पैड बंकन डाइयाँ (Pressure pad bending die)—इस प्रकार की डाईयाँ दाब पैड के सहारे कार्य करती हैं। और इसलिए इनका नाम दाब पैड बंकन डाई रखा गया है। ये डाइयाँ बहुत अधिक भार क्षमता वाले प्रेस पर प्रयोग की जाती हैं। ये अपना कार्य रैम के एक स्ट्रोक में पूर्ण कर लती हैं। कार्यखण्ड दाब पैड के सहारे होते हैं जिनको कुशनिंग प्रभाव (cushioning effect) देने के लिए पैड के नीचे रबड़ सिलिण्डरों का प्रयोग क्रिया जाता है।

(c) U-बंकन डाई (U-bending die)—U-बंकन डाई भी दाब प्लेट के साथ लगे होते हैं जैसा कि V-बंकन डाई में प्रयोग होता है। चूँकि इन डाइयों के प्रयोग से U-आकार की आकृति उत्पन्न होती है, इसलिए इन्हें U-बंकन डाई कहा जाता है।

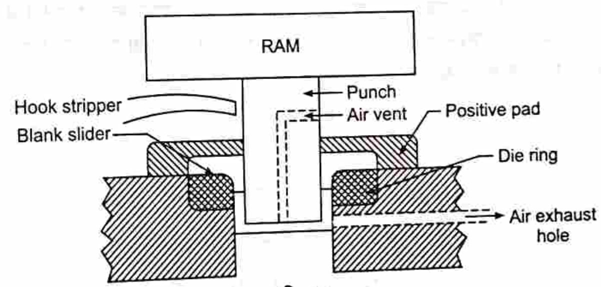


चित्र 20

कर्षण डाई का विस्तृत विवरण—जिन डाइयों का प्रयोग कर्षण प्रक्रिया के लिए किया जाता है उन्हें कर्षण डाई कहते है। एक पतली कटी हुई प्लेट को इस प्रक्रिया द्वारा खोखले गहरेनुमा कप आकार के खण्ड में परिवर्तित किया जा सकता है। इस प्रक्रिया को करने के लिए बहुत अधिक बल की आवश्यकता पड़ती है तथा कार्यखण्ड सिकुड़ने न पाये, इसके लिए कुछ अन्य व्यवस्थाओं की आवश्यकता होती है। इस प्रक्रिया द्वारा निर्मित खण्ड सीधे या तिरछे सिलिण्डर या बॉक्स आकार के हो सकते हैं। अधिकतम चद्दर की मोटाई जिससे ये कार्यखण्ड बनाये जाते हैं, 6 mm की हो सकती है लेकिन कार्यखण्ड का आकार छोटे से लेकर बहुत बड़ा भी हो सकता है। बर्तन तथा गाड़ियों के पुर्जे इस प्रक्रिया द्वारा बहुतायत मात्रा में बनाये जाते हैं। सामान्यत: ये डाइयाँ अधिक मात्रा में उत्पाद बनाने में प्रयुक्त होती हैं। इसलिए इनके मशीनों पर स्थानान्तरण युक्तियाँ भी लगी होती हैं जिससे कि उत्पादन की प्रक्रिया में कार्यखण्ड का हस्तान्तरण आसानी से किया जा सके।

कर्षण प्रक्रिया के लिए प्रयुक्त डाईयाँ निम्नवत् हैं—

1. एकल क्रिया कर्षण डाई—कर्षण डाई की रचना में एक पंच तथा डाई होते हैं। ये पंच व डाई एकल खण्ड में बनाये जाते हैं। इस प्रक्रिया में एक चद्दर का ब्लैंक डाई के ऊपर रखा जाता है और रैम के ऊपर लगा पंच नीचे आकार चद्दर को कपनुमा आकार प्रदान करता है। जैसे-जैसे पंच नीचे जाता है, कप का आकार बढ़ता जाता है तथा कप डाई में नीचे बने काउण्टर बोर भाग तक पहुँचने पर कप का ऊपरी हिस्सा कुछ फैल जाता है जिससे कि पंच बॉडी से अलग हो जाता है। ब्लैंक होल्डर के कारण बनने वाला उत्पाद बिना सिकुड़न के प्राप्त होता है। स्प्रिंग भरित दाब प्लेट इस प्रक्रिया के लिए प्रयोग किया जाता है।

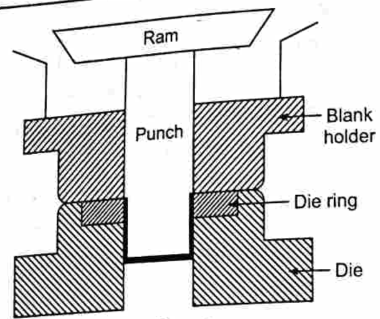


चित्र 21

ऐसी भी व्यवस्था की जाती है कि डाई को उल्टी अवस्था में रैम पर लगा दिया जाय और पंच और दाब पैड को नीचे रख कर उत्पादन बनाया जाये।

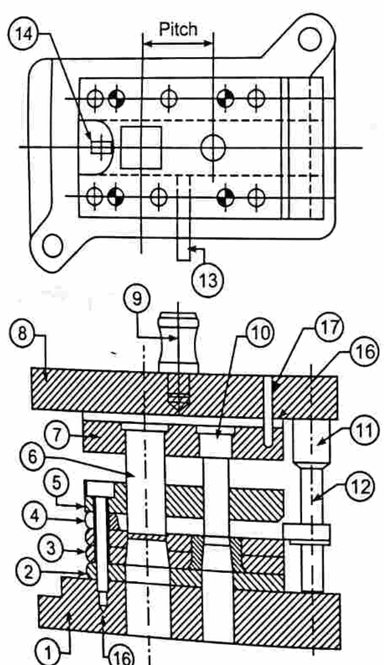
2. दोहरी क्रिया कर्षण डाई—इन डाइयों का अभिकल्पन दोहरी क्रिया करने वाले प्रेस पर उत्पाद तैयार करने के लिए किया जाता है। बाहरी रैम के साथ एक ब्लैंक धारक (blank holder) लगा होता है। यह ब्लैंक को डाई पर रोकने का कार्य करता है। इस तरह के प्रेस में दो रैम क्रियाशील होते हैं—एक बाहरी रैम एवं दूसरी भीतरी रैम जो अलग-अलग क्रियाशील रहते हैं। बाहरी रैम पर ब्लैंक धारक होता है तथा भीतरी रैम पर पंच होता है। दोनों रैमों को नीचे आने में समय का अन्तर होता है। पहले बाहरी रैम नीचे आकार ब्लैंक को डाई पर रोकता है एवं उसके पश्चात् भीतरी रैम नीचे आकर ब्लैंक पर कर्षण क्रिया करता है। इस डाईयों में तैयार कर्षित पार्ट को पंच से अलग करने हेतु सुविधानुसार तीन विधियों में से किसी एक विधि को अपनाया जाता है। ये तीनों विधियाँ हैं—

1. पुश-थ्रू डाई,
2. नॉक-आउट एसेम्बली,
3. डिलेड एक्शन किकर।



चित्र 22

3. उत्तरोत्तर डाईयाँ (Progressive dies)—उत्तरोत्तर डाईयों का प्रयोग उन कार्यखण्डों के लिए किया जाता है जिन पर विभिन्न प्रकार की चादर क्रियाएँ एक के पश्चात् एक क्रम से करने की आवश्यकता होती है। इन डाईयों में प्रेस रैम के एक ही आघात (stroke) से दो या अधिक संक्रियायें अलग-अलग स्टेशनों पर साथ-साथ सम्पादित होती हैं। प्रत्येक प्रक्रिया के लिए अलग-अलग स्टेशनों पर डाई तथा पंचों के समूह लगे रहते हैं। रैम के हर आघात के पश्चात् धातु चद्दर को एक स्टेशन से अगले स्टेशन तक तब तक बढ़ाते हैं जब तक कि उत्पाद पूर्ण रूप से बनकर तैयार नहीं हो जाता है। कार्यखण्ड के विभिन्न स्टेशनों पर गुजरते हुए कुछ ऐसे भी स्टेशन होते हैं जिन पर कोई मशीनन क्रिया नहीं होती है। ऐसे स्टेशन पर धातु पत्ती को उचित स्थान पर अवस्थापित करने के लिए प्रयोग किया जाता है।



चित्र 23 : उत्तरोत्तर डाई

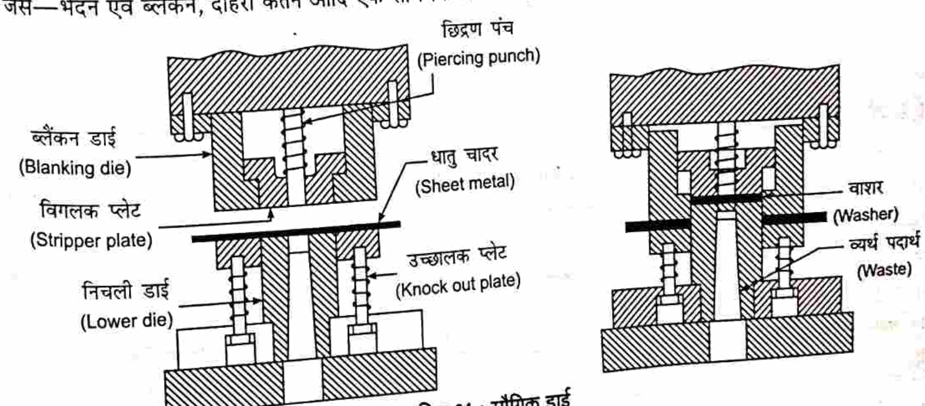
प्रोग्रेसिव डाईयाँ ऐसे कार्यखण्डों को बनाने में अधिक उपयोगी होती हैं जिनकी मात्रा बहुत अधिक होती है। इसके कारण उत्पाद लागत एवं श्रम लागत में कमी आती है।

कर्षण क्रिया सुचारू रूप से करने के लिए धातु खण्ड पर ऐसे स्नेहक तेल का प्रयोग करते हैं जिससे कि धातु में संक्षारण की प्रक्रिया न हो। इनमें से कुछ प्रमुख स्नेहक हैं—मोम, लार्ड ऑयल, खनिज तेल आदि।

उत्तरोत्तर डाई के विभिन्न अंग निम्न हैं—

1. तली बोल्स्टर,
2. प्रणोद प्लेट,
3. डाई,
4. नेस्ट प्लेट,
5. विगलक प्लेट,
6. पंच,
7. पंच रिटेनर,
8. शीर्ष बोल्स्टर,
9. शैंक,
10. भेदन पंच,
11. निर्देशक बुश,
12. निर्देशक स्तम्भ,
13. फिगर स्टापर,
14. रनिंग स्टापर,
15. प्रणोद प्लेट,
16. एलेन स्क्रू,
17. डावेल पिन।

यौगिक डाइयाँ (Compound Dies)—ऐसी डाई जिसके द्वारा दो या तीन कर्तन संक्रियाएँ प्रेस के एक ही स्टेशन पर रैम के प्रत्येक आघात में की जायें, ऐसी डाई को यौगिक डाइयाँ (compound dies) कहते हैं। इन डाइयों द्वारा दो संक्रियाएँ, जैसे—भेदन एवं ब्लैंकन, दोहरा कर्तन आदि एक साथ किया जाता है। रैम के ऊपर बँधे हुए पंच की बाहरी सतहें कर्तन धार

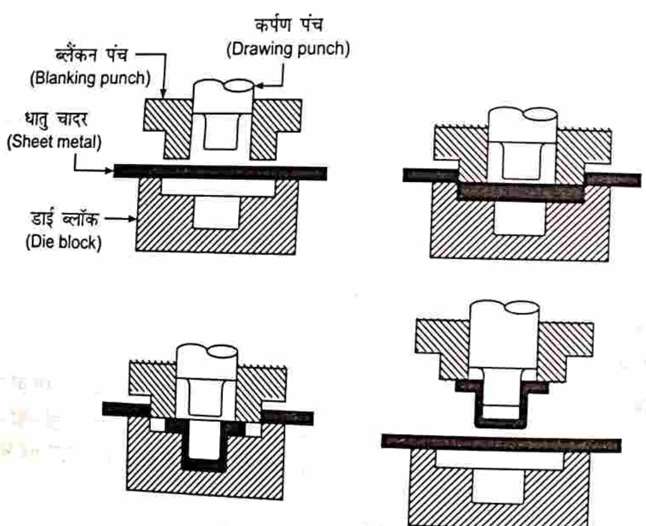


चित्र 24 : यौगिक डाई

का कार्य करती हैं तथा आन्तरिक कर्तन धारें भेदन (piercing) संक्रिया के लिए डाई की भाँति कार्य करती हैं। बहुत अधिक प्रक्रियाओं को करने हेतु पंच के अभिकल्पन एवं संरचना में बहुत अधिक बदलाव होता है। स्प्रिंग भरित विगलक प्लेट उत्पाद को बाहर निकालने के लिए लगा होता है। यौगिक डाइयों द्वारा निर्मित उत्पाद एकदम यथार्थ होते हैं तथा अधिक उत्पादन करने के लिए ये बहुत मितव्ययी होते हैं।

संयोजी डाईयाँ (Combination Dies)—ये डाईयाँ भी यौगिक डाईयों की भाँति दो या दो से अधिक संक्रियाएँ प्रेस के एक ही स्टेशन पर रैम के प्रत्येक आघात में एक साथ सम्पन्न हो सकती हैं। अन्तर केवल इतना है कि यौगिक डाईयों में दो या अधिक कर्तन संक्रियाएँ ही सम्पन्न होती हैं जबकि संयोजी डाइयों (Combination Dies) में एक कर्तन संक्रिया के साथ नमन (bending) या कर्षण संक्रिया भी एक ही स्टेशन पर रैम के प्रत्येक आघात में एक साथ सम्पन्न होती है। इन डाइयों द्वारा उत्पादित कार्य यथार्थपूर्ण होते हैं तथा ये अत्यधिक उत्पादन करने में सक्षम होते हैं। नीचे दिये गये चित्र द्वारा एक पंचिग एवं कर्षण की प्रक्रिया एक संयोजी डाई द्वारा प्रदर्शित की गयी है। इन प्रेसों पर कार्य करने हेतु ब्लैंक का आकार अलग-अलग हो सकता है। इसलिए एक निर्धारित ब्लैंक के लिए एक निश्चित डाई का प्रयोग होता है, ब्लैंक के बदलने पर डाई को भी परिवर्तित करना पड़ता है।

प्रैस द्वारा उत्पाद बनाने में संयोगी डाई को प्रयोग करने पर प्रक्रिया मितव्ययी होती है।



चित्र 25 : संयोजी डाई

4.2 फ्रोर्जिंग (Forging)

इस प्रक्रम में धातु को गर्म करके विभिन्न संक्रियायें (लम्बाई बढ़ाना, मोड़ना, मरोड़ना व वैल्ड करना) की जाती हैं। इसमें धातु को प्लास्टिक दशा तक गर्म करते हैं। गर्म करने के बाद दाब/बल लगाकर धातु के आकार में परिवर्तन कर देते हैं। इस पूरे प्रक्रम को फोर्जन कहते हैं। फोर्जन क्रिया के लिए हस्त व यन्त्रों का प्रयोग कर सकते हैं। जिन प्रक्रमों में हाथ द्वारा बल/दाब लगाते हैं उनको हस्त फोर्जन कहते हैं। यदि प्रक्रम में पावर हैमर का प्रयोग करके बल/दाब लगाये जाये तो इसको यन्त्र फोर्जन कहते हैं। यदि ये प्रक्रियाएँ ड्रॉप हैमर द्वारा सम्पन्न कराई जाये तो इनको ड्रॉप फोर्जिंग कहा जाता है। फोर्जन क्रियायें सामान्यतः मृदु इस्पात, औजार इस्पात व ताँबा, ऐल्युमिनियम पर सम्पन्न कराई जाती हैं। कई बार ये क्रियायें मिश्र धातु पर भी कराई जाती हैं।

फोर्जन प्रक्रम को निम्न प्रकार से वर्गीकृत करते हैं—

1. हस्त फोर्जन (Hand forging)
2. हैमर फोर्जन (Hammer forging)
3. ड्रॉप फोर्जन (Drop forging)
4. प्रेस फोर्जन (Press forging)
5. मशीन फोर्जन (Machine forging)
6. रोल फोर्जन (Roll forging)

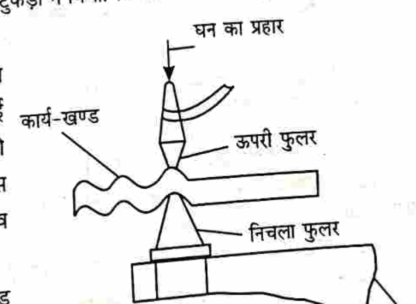
4.1 हस्त फोर्जन (Hand Forging)

इस प्रक्रम में धातु को गर्म करके हस्त द्वारा बल/दाब लगाकर कार्य खण्ड पर विभिन्न संक्रियाएँ कराई जाती हैं। धातु को पहले भट्टी में गर्म करते हैं। इसके बाद हाथ द्वारा औजार प्रयोग करके कार्य खण्ड की आकृति परिवर्तित करते हैं। हस्त फोर्जन प्रक्रम में निम्न क्रियाएँ सम्पन्न कराई जाती हैं—

1. धातु को काटना (Metal cutting)
2. लम्बाई बढ़ाना (फुलरिंग करना) (Fullering)
3. सैटिंग डाउन करना (Setting down)
4. अपसैटिंग करना (Upsetting)
5. स्वेजन (Swaging)
6. बंकन करना (Bending)
7. पंचिंग करना (Punching)
8. ड्रिफ्टिन करना (Drifting)
9. तीखी भेदन करना (Piercing)
10. फोर्ज वैल्डन करना (Forge welding)
11. मोड़ना व मरोड़ना (Bending & twisting)

(1) धातु काटना (Metal cutting) —इस प्रक्रिया में धातु की लम्बी छड़ को पहले गर्म करते हैं। इसके बाद छैनी (Chiesel) को प्रयोग करके उसको छोटे-छोटे अपेक्षित साइज के टुकड़ों में विभाजित कर सकते हैं। धातु काटने की क्रिया को चिजलिंग कहते हैं।

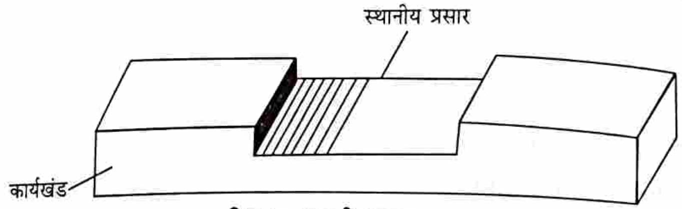
(2) लम्बाई बढ़ाना व फुलरिंग करना (Fullering)—इस क्रिया में धातु खण्ड को गर्म करके पीट-पीटकर उसकी लम्बाई बढ़ा देते हैं। लम्बाई बढ़ने के बाद खण्ड की अनुप्रस्थ काट कम हो जाती है। कई बार धातु खण्ड की चौड़ाई भी बढ़ाई जाती है। इस प्रक्रम को फुलरिंग कहते हैं। फुलरिंग प्रक्रम में लम्बाई कम व चौड़ाई बढ़ जाती है।



चित्र 26 : लम्बाई बढ़ाना

(3) सैटिंग डाऊन करना (Setting down)—धातु खण्ड को स्थानीय रुप से पतला करने की विधि को सैटिंग डाऊन करना कहते हैं।

(4) अपसैटिंग करना (Upsetting)—इस क्रिया में कार्य खण्ड की लम्बाई कम करके उसकी मोटाई बढ़ाई जाती है अर्थात् उसकी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल बढ़ा दिया जाता है। यह निम्न प्रकार की होती है—(1) हेडिंग, (2) पूर्ण अपसैटिंग, (3) केन्द्रीय अपसैटिंग, (4) हैड अपसैटिंग।



चित्र 27 : स्थानीय प्रसार

(5) स्वेजन (Swaging)—इस क्रिया में विशेष आकृतियों को प्रदान किया जाता है। जैसे कि वर्गाकार, षट्भुजाकार, अष्टभुजाकार आदि आकृति प्राप्त की जा सकती हैं। इस क्रिया में कार्य खण्ड को जिस आकृति में परिवर्तित करना होता है, उस आकृति वाली डाई से निर्मित ठप्पे व स्वेजों का प्रयोग होता है। इस प्रक्रिया में कार्य खण्ड को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करके कार्य खण्ड को निचले व ऊपरी स्वेज के बीच में रखकर ऊपरी स्वेज पर हैमर द्वारा प्रहार करते हैं, जिस कारण कार्य खण्ड स्वेज की आकृति ग्रहण कर लेती है। कई बार ऊपरी स्वेज व निचले स्वेज को स्प्रिंग द्वारा एक ही पत्ती द्वारा जोड़ देते हैं।

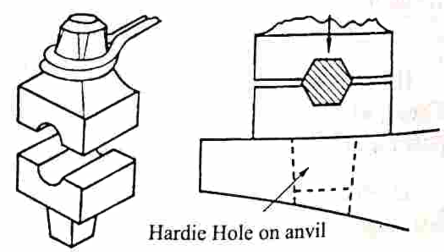
(6) बंकन (Bending)—

चित्र 28 (a) निचला स्वेज (Bottom Swage)

चित्र 28 (b) ऊपरी स्वेज (Upper Swage)

चित्र 28 (c) स्वेजन संक्रिया (Swaging operation)

चित्र 28 (d) स्प्रिंग स्वेज (Spring swage)



(i) यह एक महत्त्वपूर्ण फोर्जन क्रिया है।

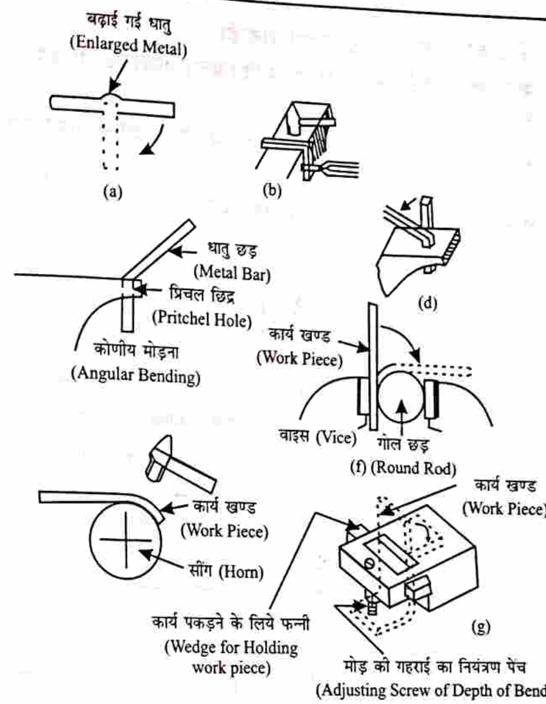
(ii) इस क्रिया में कार्य खण्ड को एनविल पर सपोर्ट करके हस्त फोर्जन विधि द्वारा मोड़ते हैं। इसमें खुले सिरे पर हैमर द्वारा आघात करते हैं जिस कारण कार्य खण्ड मुड़ जाता है।

(iii) बंकन करने से कार्य खण्ड पर अपसैटिंग की जाती है क्योंकि मुड़ने वाले भाग पर कार्य खण्ड कमजोर हो जाता है।

(iv) इसके द्वारा धात्विक पट्टियों को अण्डाकार व वृत्ताकार व कोणीय रूप में मोड़ा जा सकता है।

(7) पंचिंग करना (Punching)—

1. यह एक छिद्रन की प्रक्रिया है।

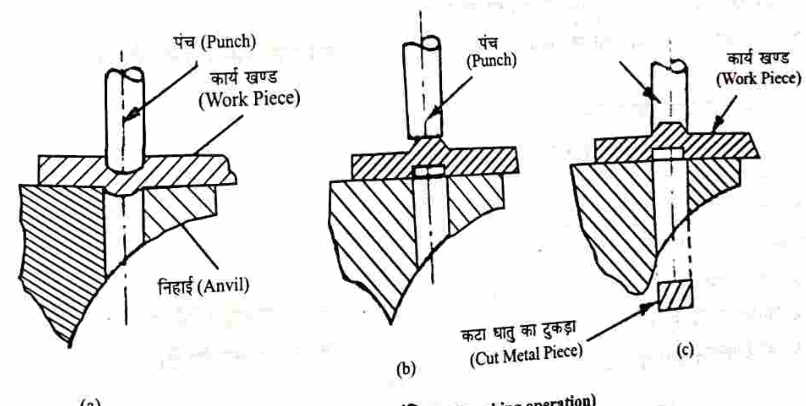


चित्र 29

2. इस विधि में धातु खण्ड को फोर्जन तापमान तक गर्म करके, धातु खण्ड पर पंच पर दाब लगाकर कार्य खण्ड में छिद्र बनाये जाते हैं।

3. पंच करने से पहले कार्य खण्ड पर निशान लगाकर उसको एनविल पर बने छिद्र की सीध में रखते हैं।

4. इसके बाद बने निशान पर हैमर के आघात द्वारा आधी मोटाई तक छिद्र बनाये जाते हैं। इसके बाद इसको पलटकर दोबारा से इस पर विपरीत दिशा से निशान लगाकर छिद्र बनाये जाते हैं।



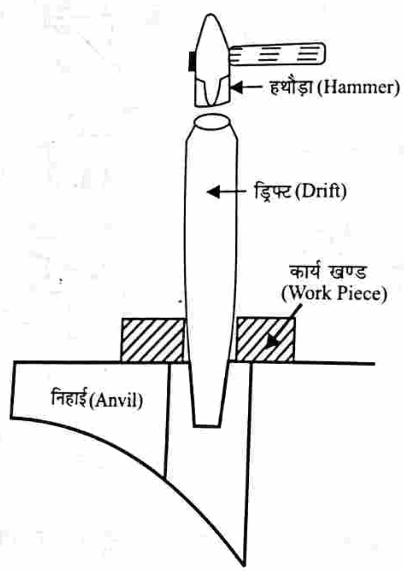
चित्र 30 : पंचकरण संक्रिया (Punching operation)

5. इस विधि में एक छिद्र को दो चरणों में पूरा किया जाता है।

6. पंच तथा डाई का प्रयोग तब करते हैं जब एक ही बार में छिद्र बनाना आवश्यक हो। डाई के प्रयोग से ड्रिफ्ट करने की आवश्यकता समाप्त हो जाती है।

(8) ड्रिफ्टन (Drifting)—1. पंचिंग द्वारा बने छिद्र सही आकार व आकृति देने के लिए ड्रिफ्ट नामक औजार का प्रयोग करते हैं।

2. इस क्रिया में पहले से बने छिद्र को परिष्कृत करके बड़ा साइज का बनाते हैं।



चित्र 31 : ड्रिफ्टन संक्रिया

(9) तीखी भेदन करना (Piercing)—

1. इस विधि द्वारा पतले धातु खण्डों में छिद्र किये जाते हैं।

2. इसमें कार्य खण्ड को 900 से 1000°C तक गर्म करके उसे एनविल की सीध में रखते हैं। फिर पंच व भेदक की सहायता से उसमें छेद करते हैं।

(10) फोर्ज वैल्डन करना (Forge Welding)—

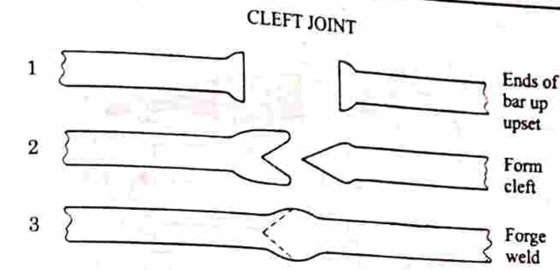
1. इस विधि द्वारा कम कार्बन वाले इस्पात को फोर्जन वैल्ड करते हैं। इसके द्वारा 30 mm तक की मोटी चादर को वैल्ड किया जा सकता है।

2. इस क्रिया में धातु के दो टुकड़ों को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करते हैं तथा उन्हें आपस में जोड़कर हैमर द्वारा आघात करते हैं। इस बाह्य दाब द्वारा ये आपस में वैल्ड हो जाते हैं।

3. गर्म धातुओं के जिन पृष्ठों को जोड़ना होता है, उन पर धूल, मैल या ऑक्साइड की परत नहीं होनी चाहिए।

4. तप्त धातु खण्डों को जोड़ने के बाद बाहर निकालकर उन पर फ्लक्स छिड़क देते हैं।

5. फोर्ज वैल्डन द्वारा वी-जाइंट व टी-जाइंट बनाये जा सकते हैं।



चित्र 32 : फोर्ज वैल्डिंग

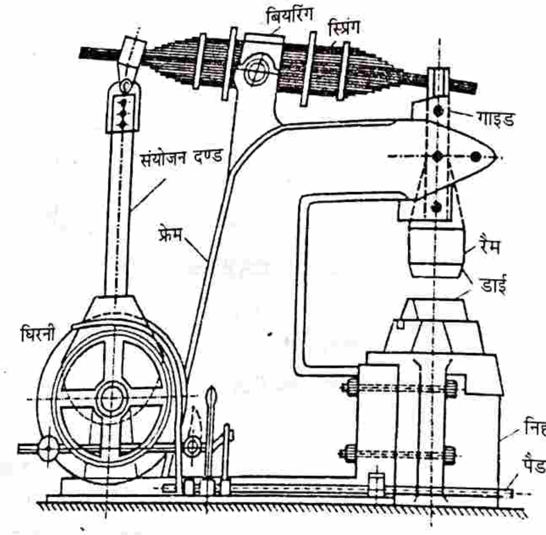
2.4 हैमर फोर्जन के बारे में सामान्य जानकारी (General Information About Hammer Forgen)

- छोटे पार्ट को हस्त फोर्जन द्वारा तैयार करते हैं।
- बड़े मशीन पार्ट को हस्त फोर्जन द्वारा नहीं तैयार किया जा सकता क्योंकि स्लेज घन के आघात पर मशीन/कार्य खण्ड में विरूपण नहीं होता। साथ-साथ हस्त फोर्जन में कार्य खण्ड को बार-बार गर्म करना पड़ता है।
- बड़े पार्ट को फोर्जन करने के लिए घन फोर्जन का प्रयोग किया जाता है। यह मशीनी फोर्जन का एक प्रकार है। इसका प्रयोग वृहद् उत्पादन करने के लिए किया जाता है। इसको शक्ति घन फोर्जन भी कहते हैं।
- शक्ति घन पर चौकोर क्षैतिज तलों वाली दो कठोर इस्पात की डाई फिक्स रहती हैं।
- निचली वाली डाई एनविल पर फिक्स रहती है व ऊपरी डाई एक रैम पर फिक्स रहती है।
- धातु खण्ड को गर्म करके इन दोनों डाइयों के बीच में रखा जाता है तथा रैम पर फिक्स डाई आघात करती है; जबकि निचली डाई कार्य खण्ड को सपोर्ट करती है।
- जटिल आकृतियों वाले भारी व बड़े कार्य खण्डों को फोर्जित किया जाता है।

2.5 शक्ति घनों के प्रकार (Types of Power Hammer)

यान्त्रिक घन व कमानी-घन

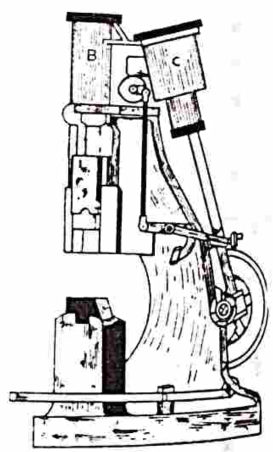
- यह मध्यम व छोटे आकार की वस्तुओं के लिए उपयोगी होता है।
- इसमें कास्ट आयरन का एक फ्रेम रहता है। फ्रेम के ऊपर एक सीधे भाग पर बियरिंग लगे रहते हैं। इस भाग पर पिन की सहायता से कमानीदार स्प्रिंग टिकी रहती है।
- इसके पिछले भाग पर संयोजी रॉड लगी रहती है। यह रॉड एक पहिये (चरखी) से जुड़ी रहती है।
- चरखी/पहिये की घूर्णन गति करने से, ऊपरी भाग पर लगी कमानीदार स्प्रिंग पश्चाग्र गति करने लगती है, जिस कारण स्प्रिंग से जुड़ी रैम भी ऊपर-नीचे गति करने लगती है। रैम निचले हिस्से वाली एनविल पर शक्ति के साथ गिरती है।
- एक लीवर द्वारा स्ट्रोक को कम/ज्यादा कर सकते हैं।
- यान्त्रिक घन 30 kg से 250 kg तक होता है। यह 300 स्ट्रोक/मिनट तक वाले घन होते हैं।



चित्र 33 : स्प्रिंग हैमर

वायु चलित घन (Airdriven Hammer)—इसमें दो सिलिण्डर B तथा C होते हैं। सिलिण्डर 'B' में एक पिस्टन लगा रहता है, जिसके नीचे टैप लगा रहता है। टैप गाइड के बीच में पश्चाग्र गति करता है। यह टैप एनविल पर रखा होता है। सिलिण्डर 'C' मोटर क्रैंक/संयोजी दण्ड यन्त्रावली के माध्यम से जुड़ा रहता है।

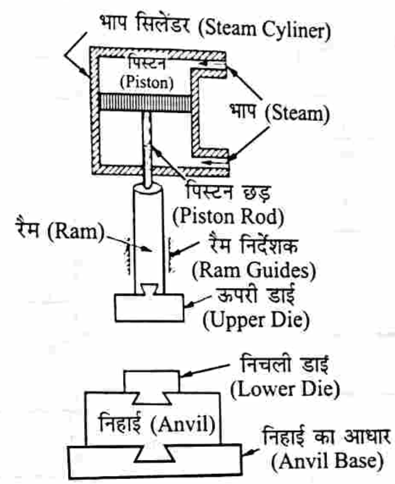
सिलिण्डर 'B' व 'C' को मिलाने वाले, वायु मार्ग पर एक वाल्व 'A' लगी रहती है। इसमें टैप को एनविल पर रखा जाता है। इसे कार्यशील बनाने के लिए 'C' सिलिण्डर के पिस्टन को नीचे की ओर गति देते हैं ताकि सिलिण्डर 'B' में भरी गैस, सिलिण्डर 'C' में चली जाये। सिलिण्डर 'B' में निर्वात होने के कारण 'B' का पिस्टन ऊपर की ओर गति करने लगता है। इसके साथ-साथ टैप भी ऊपर की ओर गति करने लगता है। सिलिण्डर 'B' के पिस्टन के अगले स्ट्रोक के अन्त में पहुँचने से थोड़ा पहले, सिलिण्डर 'C' के पिस्टन की ऊपर वाली वायु सिलिण्डर 'B' के ऊपरी भाग में भेज दी जाती है। जहाँ पर वायु ऊपर बढ़ते पिस्टन द्वारा सम्पीडित होकर उसी पिस्टन को पर्याप्त वेग से नीचे की ओर भेज देती है। इस प्रकार यह क्रिया बार-बार दोहराई जाती है तथा टैप एनविल पर रखी वस्तु पर बार-बार प्रहार करता है। वॉल्व 'V' द्वारा A व B से भेजी जाने वाली वायु की मात्रा नियंत्रित की जा सकती है। घन को रोकने के लिए वाल्व 'V' का प्रयोग किया जाता है। आजकल केवल एक सिलिण्डर वाली घन का प्रयोग किया जा रहा है। इन सिलिण्डर में चूषण व सम्पीडन दोनों ओर से होता है। इन घनों में दो वायु मार्ग बने रहते हैं।



चित्र 34 : वायुचलित घन

भाप घन (Steam Operated Hammer)—भाप घन ऊर्ध्वाधर भाप इंजन की तरह कार्य करते हैं। इसमें भाप को पिस्टन के दोनों ओर बारी-बारी से प्रवेश कराते हैं जो कि भाप के फैलने पर गति करता है तथा भाप दाब के कारण पिस्टन ऊपर नीचे की ओर गति करता है। पिस्टन से एक रैम जुड़ा रहता है। रैम, पिस्टन के साथ-साथ पश्चाग्र गति करता है।

- रैम के साथ ऊपर वाली डाई जुड़ी रहती है जबकि एनविल पर नीचे वाली डाई लगी रहती है।
- रैम से जुड़ी डाई नीचे वाली डाई पर प्रहार करती है। कार्य खण्ड को दोनों डाइयों के बीच रखा जाता है जिस कारण कार्य खण्ड सही आकार व आकृति प्राप्त कर लेता है। इस प्रकार डाइयों के बीच रखे कार्य खण्ड पर फोर्जन सम्पन्न हो जाता है।



चित्र 35

शक्ति हैमरों की क्षमता (Power of Hammer)

इनकी शक्ति की गणना नीचे की ओर गति करने वाली रैम की शक्ति से होती है। इसे निम्न तालिका द्वारा समझाया गया है—

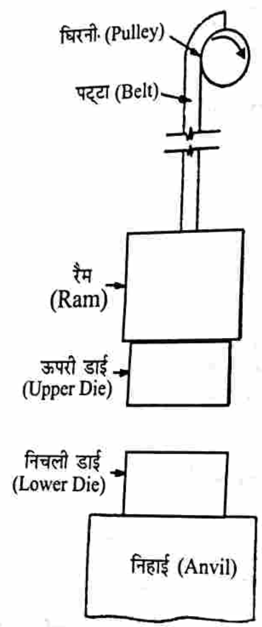
घन की क्षमता	100	150	200	300	400	1000	5000
शॉफ्ट का अधिकतम भार	100	15	25	45	60	250	1500
कार्य खण्ड की अनुप्रस्थ काट का भार	50	60	70	85	100	160	350
फोर्जिंग का अधिकतम भार	2	4	6	10	20	70	700

2.6 शक्ति हैमरों के अनुप्रयोग (Applications of Power Hammers)

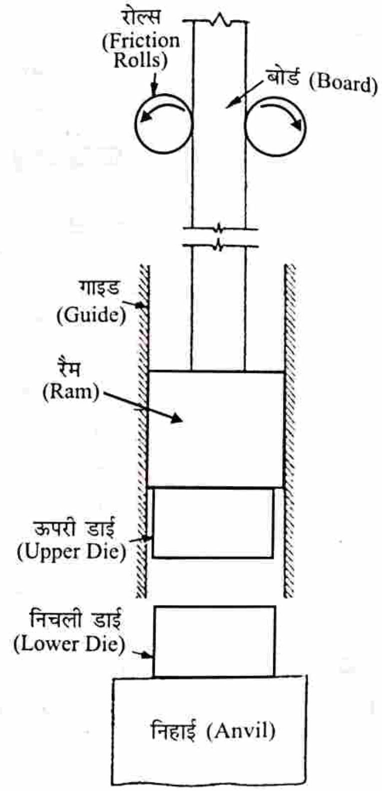
छोटे शक्ति हैमरों का प्रयोग मशीन के हैण्डल साकेट, स्पेनर, लीवर, कटिंग टूल आदि तैयार करने में होता है। बड़े शक्ति हैमरों का प्रयोग बड़े उत्पाद तैयार करने में होता है जैसे—डीजल इंजन की क्रैंक शॉफ्ट, बड़े इंजनों की क्रैंक शॉफ्ट आदि। बड़े इंजनों की संयोजक दण्ड इत्यादि; इसके अतिरिक्त रोलिंग मिल्स मिश्र धातुओं की बड़ी सिल्लियों को फोर्जन करने के लिए बड़े शक्ति घनों का प्रयोग किया जाता है।

4.17 ड्रॉप फोर्जिंग हैमर (Drop Forging Hammer)

यह हैमर गुरुत्वाकर्षण के सिद्धान्त पर कार्य करता है। इसका मुख्य अंग रैम अपने भार तथा साथ लगी डाई के भार के कारण एक निश्चित ऊँचाई से गुरुत्वाकर्षण बल के अन्तर्गत अधिक नीचे गिरता है। इसके आघात के कारण कार्य खण्ड बल द्वारा अपेक्षित आकृति में आ जाता है। अगले प्रहार के लिए रैम को ऊपर उठाने के लिए शक्ति की आवश्यकता होती है। इसके लिए विद्युत मोटर पर सम्पीडित वायु का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 36 : पट्टा पात फोर्जन घन
(Belt drop forging hammer)



चित्र 37 : बोर्ड पात फोर्जन घन
(Board drop forging hammer)

फोर्जन ड्रॉप हैमर निम्न प्रकार के होते हैं—

1. बैल्ट ड्रॉप हैमर (Belt Drop Hammer)
2. बोर्ड ड्रॉप हैमर (Board Drop Hammer)
3. वायवीय/भाप हैमर (Pneumatic/steam Hammer)

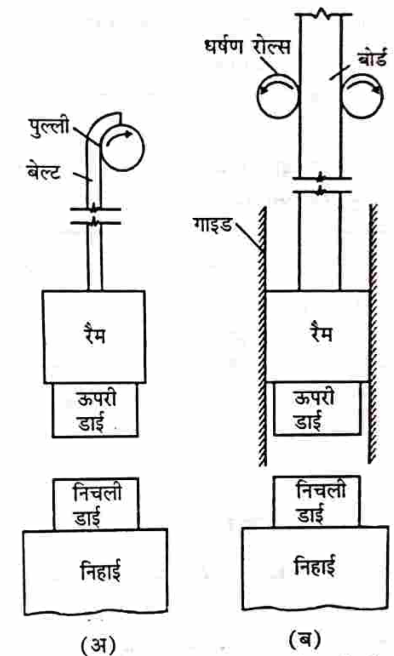
(1) बैल्ट ड्रॉप हैमर (Belt drop hammer)—इस हैमर में एक बैल्ट की सहायता से हैमर को निश्चित ऊँचाई तक उठाया जाता है और फिर उसे निश्चित ऊँचाई से स्वतन्त्र रूप से गिरने देते हैं। इस ऊर्जा के कारण उत्पाद अपनी अपेक्षित आकृति को ग्रहण कर लेता है।

(2) बोर्ड ड्रॉप हैमर (Board drop hammer)—इसमें एक घर्षण युक्ति द्वारा रैम के भार को ऊपर उठाया जाता है। घर्षण युक्ति में लकड़ी के बोर्ड प्रयोग किये जाते हैं। ये बोर्ड रैम से जुड़े रहते हैं।

(3) वायवीय/भाप हैमर (Pneumatic/steam hammer)—इन हैमरों को वायु/भाप द्वारा चलाया जाता है। इनमें प्रहार के लिए वायु/भाप दाब व गुरुत्वाकर्षण बल को मिलाकर प्रयोग करते हैं। इसमें सम्पूर्ण ऊर्जा का अवशोषण डाई सैट में होता है। इनकी कार्य क्षमता बहुत अधिक होती है। यह एकल क्रिया व द्विक्रिया वाले होते हैं। एकल क्रिया में हैमर गुरुत्वाकर्षण बल के अन्तर्गत नीचे आता है जबकि द्विक्रिया में हैमर भाप या वायु शक्ति से ऊपर-नीचे जाता है। इसमें एक ही डाई सैट पर एक ही साथ कई प्रहार किये जाते हैं।

ड्रॉप फोर्जिन (Drop forging)—ड्रॉप फोर्जिन में खुले पृष्ट की डाईयाँ प्रयोग की जाती हैं। इस प्रक्रम में इस्पात या अन्य धातुओं की गर्म सिल्लियों को अपेक्षित आकार देने के लिए दो डाइस के बीच में ड्रॉप फोर्जन हैमर के आघात से फोर्जित किया जाता है। मशीनिंग व अपघर्षी मशीनिंग व ग्राइंडिंग की हुई डाइयों के बीच में उत्पाद को गर्म करके गुंथने की व प्ररूपण करने की क्रिया को ड्रॉप फोर्जिन कहते हैं। इसमें प्रयुक्त डाईयां दो भागों से बनी होती हैं। इन डाईयों के मध्य में रखी वस्तु ड्रॉप हेमर के प्रहार के कारण तेजी से इनका आकार ग्रहण कर लेती है। धातु का फैलाव डाई में पूर्ण रूप से करने के लिए धातु की अधिक मात्रा रखी जाती है। क्रिया पूरी होने के उपरान्त डाई की विभाजन रेखा पर अतिरिक्त धातु एकत्रित हो जाती है। जिसे फोर्जन के बाद काट-छाँटकर हटा देते हैं। सही आकार की उत्पाद प्राप्त करने के लिए ड्रॉप फोर्जिन निम्न पदों में की जाती है—

1. धातु छड़ को साइज में काटना व बिलेट का साइज तैयार करना।
2. धातु खण्ड/कार्य खण्ड को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करना।
3. तप्त रूपण क्रियाएँ करके धातु के गुणों में सुधार करना।
4. गर्म धातुओं को डाइयों में फैलाना व आकार प्रदान करना।
5. तैयार वस्तु की कटाई-छटाई करके विभाजन रेखा पर अत्यधिक धातु को हटाना।
6. फोर्जिंग के दौरान उत्पन्न प्रतिबलों को मुक्त करने के लिए ऊष्मा प्रदान करना।



चित्र 38 : (अ) बैल्ट ड्रॉप हैमर (ब) बोल्ट ड्रॉप हैमर

ड्रॉप फोर्जिंग डाई (Drop forging dies)—इनको दो वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है—

1. बन्द छाप डाईयाँ
2. छाटन डाईयाँ

(1) बन्द छाप डाइयाँ—इसमें इस्पात के दो ब्लॉक होते हैं जिन पर वस्तु के आकार का प्रतिरूप बना रहता है। जिस वस्तु को फोल्ड करना होता है, उसके प्रतिरूप का आधा भाग ऊपर व आधा भाग नीचे वाले भाग पर बना रहता है। डाई का एक हिस्सा रैप द्वारा जुड़ा रहता है। डाई के शेष दूसरे हिस्से को मशीन के आधार पर एनविल पर फिक्स कर देते हैं।

बन्द छाप डाईयों को दो भागों में वर्गीकृत कर सकते हैं—

1. सिंगल छाप डाईयाँ
2. मल्टी छाप डाईयाँ

सिंगल छाप डाईयाँ—इसमें बनाये जाने वाले उत्पाद की एकल छाप दोनों ब्लॉक पर बनी रहती है। इसमें घन के दो या तीन आघात में उत्पाद तैयार हो जाता है।

मल्टी छाप डाईयाँ—इसमें एक ही डाई सैट में प्रारम्भिक छापों से लेकर परिष्कृत फोर्जन छापे तक सभी छापे खुदे रहते हैं। इसमें घन के एक ही स्ट्रोक में सभी छाप खुदी रहती है।

बहु छाप डाईयों पर निम्नांकित छाप बनी रहती हैं—

(1) फूलर छाप—स्कन्ध के अनुप्रस्थ काट व कर्षण करने के लिए निम्नांकित छाप का प्रयोग किया जाता है।

(2) किनारे बनाने वाला छाप—कार्य खण्ड के किनारे इस छाप द्वारा बनाये जाते हैं।

(3) मोडक छाप—आवश्यक वक्रों तथा कोणों पर मोड़ने के लिए इस छाप का प्रयोग करते हैं।

(4) ब्लॉकिंग छाप—यह छाप फोर्जिंग की सामान्य आकृति को प्रदान करता है। ब्लॉकिंग छापे की आकृति परिष्कृत छापे की आकृति से लगभग मिलती-जुलती है। धातु के प्रवाह को सुगम बनाने के लिए त्रिज्यो, फिलैटो को बड़ा बनाया जाता है।

(5) परिष्कृत छाप—इस छापे का प्रयोग करके अन्तिम परिष्कृत आकृति व आकार प्रदान किया जाता है।

प्रेस फोर्जिंग (Press forging)—यह एक ऐसी फोर्जन प्रक्रिया है जिसमें पदार्थ को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करके डाईयों के भीतर गति द्वारा इनका निष्पीडन किया जाता है। इस कार्य में बड़ी प्रेसों का प्रयोग किया जाता है। यांत्रिक प्रेसें शीघ्र गति से कार्य करती हैं जबकि द्रव चलित प्रेसें अधिक निष्पीडन बल प्रदान करती हैं। प्रेस एक ही निष्पीडन क्रिया में उत्पाद को पूरा कर देती है। प्रेस फोर्जन के दौरान प्रेस धीमी गति से निष्पीडन दबाव लगाती है, जिस कारण धातु को फैलने के लिए पर्याप्त समय मिल जाता है। इसके द्वारा बनाई गयी आकृतियाँ घनी व एकसमान होती हैं। इसमें प्रयुक्त होने वाली डाईयों में प्रवात कम होता है जिस कारण जटिल आकृतियों का आसानी से फोर्जन किया जा सकता है व शुद्ध माप प्राप्त की जा सकती है। इसमें डाइयों के दोनों ब्लॉकों को एक सीध में रखना आसान होता है तथा डाईयों की आयु भी अधिक होती है। प्रेस फोर्जन में दाब, चाल तथा डाईयों का संचालन ऑटोमैटिक होता है। प्रेस फोर्जन में हैमर की ऊर्जा कार्य खण्ड द्वारा अवशोषित होती है।

ड्रॉप फोर्जिंग व प्रेस फोर्जिंग की तुलना

	ड्रॉप फोर्जिंग (Drop forging)	**प्रेस फोर्जिंग** (Press forging)
1.	इसमें हैमर की ऊर्जा का अधिकांश भाग एनविल व नींव द्वारा अवशोषित हो जाता है।	इसमें हैमर की ऊर्जा का अधिकांश भाग कार्य खण्ड द्वारा अवशोषित होता है।
2.	इसमें फोर्जिंग्स रुक्ष व असममित होती है।	इसके उत्पाद सममित व परिशुद्ध होते हैं।
3.	इसमें लागत मूल्य ज्यादा आता है।	इसमें लागत मूल्य कम रहता है।
4.	डाईयों का जीवन काल कम होता है।	इसमें डाईयों की आयु अधिक होती है।
5.	उत्पादन दर कम होती है।	इसमें उत्पादन दर अधिक होती है।
6.	इसमें उत्पाद बिलेट इत्यादि मूलखण्डों द्वारा बनाये जाते हैं।	इसमें पहले से फोर्जन किये गये उत्पाद पर दोबारा से फोर्जन करने के लिए प्रयोग करते हैं।

4.18 फोर्जिंग प्रेस (Forging Press)

ये दो प्रकार की होती हैं—

1. यान्त्रिक फोर्जन प्रेस,
2. द्रवीय फोर्जन प्रेस।

हल्के कार्यों के लिए यान्त्रिक फोर्जन प्रेस उपयोगी होती है जबकि भारी कार्यों के लिए द्रवीय फोर्जन प्रेस का उपयोग करते हैं। द्रवीय प्रेस अधिक बल लगाती है, जबकि यान्त्रिक प्रेस अधिक गति से कार्य करती है।

प्रेस फोर्जन के अनुप्रयोग (Applications of Press Forging)

1. लाइनरों के फोर्जन करने में
2. धारकों के फोर्जन करने में
3. विशाल गरारी शाफ्टों के फोर्जन करने में
4. डाई ब्लॉक्स के फोर्जन करने में
5. प्लास्टिक सांचों के फोर्जन करने में
6. भारी आरबर के फोर्जन करने में
7. ओमयर शाफ्ट के फोर्जन करने में
8. प्लंजरों के फोर्जन करने में

2.9 मशीन फोर्जन व स्थूल वर्धन फोर्जन (Machine Forging)

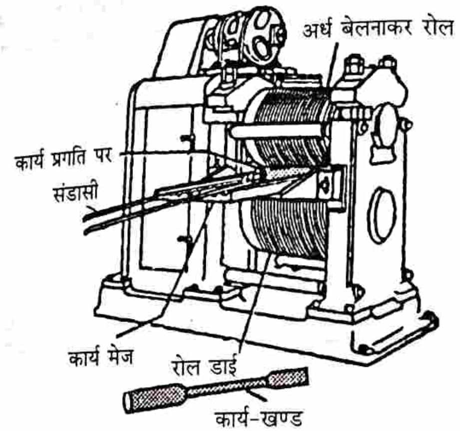
स्थूल वर्धन दण्ड के सिरो को अभीष्ट आकृति प्रदान करने के लिए यह विधि प्रयोग में लाई जाती है। इस प्रक्रिया में गर्म रॉड को डाई में फिक्स करके उसकी लम्बाई की दिशा में दाब डाला जाता है ताकि रॉड के सिरो पर अपसैटिंग क्रिया सम्पन्न हो सके। इसके द्वारा रॉड पर सभी प्रकार के हैण्डल्स व कन्धे बनाये जा सकते हैं। इसमें होने वाली मशीन को स्थूलक भी कहते हैं। यह स्थूलक क्षैतिज दिशा में दाब डालते हैं। इस मशीन पर सम्पूर्ण क्रिया भिन्न-भिन्न अवस्थाओं में पूरी होती है तथा अन्तिम आकृति धीरे-धीरे प्राप्त होती है। इसमें पंच को शीर्षक औजार कहते हैं। इसके ऑपरेशन में डाई व शीर्षक औजार का प्रयोग किया जाता है। डाई तथा शीर्षक औजार के बीच में एक यान्त्रिक प्रतिरोध युक्ति लगी रहती है जो कि रॉड की एक निश्चित लम्बाई ही डाई से बाहर निकलने देती हैं। शीर्षक औजार को फीड देकर संक्रिया पूर्ण की जाती है। इस प्रकार इस मशीन का प्रयोग करके स्थूल वर्धक उत्पाद तैयार किये जाते हैं।

2.10 फोर्जन मशीन या स्थूलक (Forging Machine)

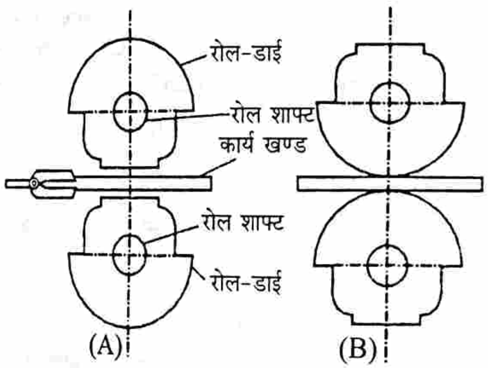
फोर्जन मशीन को ही स्थूलक नाम दिया गया है। यह मशीनें क्षैतिज प्रकार की होती हैं। इन मशीनों में बन्द छाप डाई व शीर्षक औजार नामक पंच का प्रयोग किया जाता है। एक गिरी डाई में शैड की निश्चित लम्बाई जकड़कर उसे चल डाई द्वारा बन्द कर दिया जाता है। रॉड को दोनों डाईयों में पकड़कर शीर्षक औजार से आगे की ओर फीडिंग की जाती है जिस कारण अपसैटिंग क्रिया पूर्ण होती है।

रोल फोर्जन (Roll Forging)—रोल फोर्जन द्वारा किसी बार स्ट्रोक की निश्चित लम्बाई में उसकी अनुप्रस्थ काट कम करने तथा उस पर टेपर तैयार करने का कार्य करती हैं। रोल फोर्जन के द्वारा एक्सेल, चाकू के ब्लेड, छैनियां तथा पत्तीदार कमानियाँ आदि महत्त्वपूर्ण अंगों का उत्पादन किया जाता है। इस ऑपरेशन के दौरान रॉड को दो फोर्जन रोलों के बीच में रखा जाता है। यह रोलर अर्द्ध-बेलनाकार आकृति के होते हैं। इस तरह की डाईयाँ रॉड फोर्जन मशीन में प्रयुक्त होती हैं। रॉड को अपेक्षित आकार प्रदान करने हेतु कई बार रोलरों के नीचे से गुजारा जाता है।

रोल फोर्जन मशीन (Roll forging machine)—इसमें दो रोल डाईयाँ लगी रहती हैं। इनको शक्ति द्वारा चलाया जाता है। रोल की बन्द स्थिति में धातु खण्ड को रोल डाई के खांचों में जकड़ा जाता है। रोल्स की खुली स्थिति में गर्म धातु खण्ड को रोलर्स के बीच में रखा जाता है। रोलर की घुमाव गति के कारण धातु खण्ड अपनी लम्बाई में एक सिरे से दूसरे सिरे तक आगे की ओर आ जाता है। जब डाईयाँ पुनः अपनी खुली स्थिति में आती हैं तो धातु खण्ड को दूसरे अनुकूल खांचे में जकड़ लिया जाता है इस क्रिया को बार-बार तब तक दोहराते हैं जब तक कि अपेक्षित आकृति प्राप्त न हो जाये।



चित्र 39 : (अ) रोल फोर्जन मशीन



चित्र 40 : (ब) रोल फोर्जन का क्रिया सिद्धान्त

2.11 फोर्जिंग ऑपरेशन (Forging Operation)

(1) फुलरिंग करना—यह धातु को पतला करने व खींचने की प्रक्रिया है। इसमें धातु खण्ड की अनुप्रस्थ मोटाई कम हो जाती है। इस क्रिया में धातु खण्ड को चपटी डाईयों के बीच रखकर हैमर से पीटा जाता है।

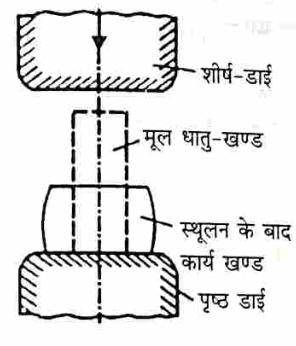
(2) किनारा बनाना—इस प्रक्रिया में धातु खण्ड को डाई ब्लॉकों के बीच में रखकर व हैमर के प्रहारों द्वारा वांछित आकार प्रदान किया जाता है जिससे कि उसके किनारे अपेक्षित आकार को ग्रहण कर लेते हैं। यह प्रक्रिया ड्रॉप फोर्जिन में प्रारम्भिक संक्रिया के रूप में प्रयोग की जाती है।

(3) मोड़ना या बंकन करना—इस क्रिया में धातु खण्ड को अलग-अलग कोणों पर मोड़ा जाता है। धातु खण्ड के एक सिरे को ऊपरी व निचली डाईयों में जकड़कर जबकि खुले सिरे पर प्रहार करके मोड़ा जाता है। इस क्रिया में मोड़ने वाली सतह पर धातु फैलती व सिकुड़ती है तथा धातु खण्ड को जिस स्थान से मोड़ना होता है उसको गर्म कर लेते हैं, यदि यह क्रिया एक से अधिक बार करनी हो तो घन के स्थान पर निविष्टी डाईयों का प्रयोग करते हैं।

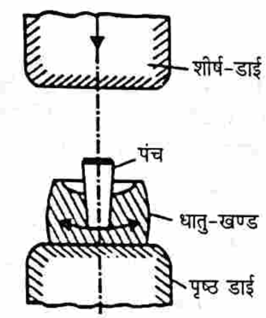
(4) अपसैटिंग—अपसैटिंग में कार्य खण्ड की अनुप्रस्थ काट को तो बढ़ाया जाता है लेकिन व लम्बाई कम की जाती है। इसके लिए अनुप्रस्थ काट को तथा आवश्यक लम्बाई को प्लास्टिक अवस्था तक गर्म कर लेते हैं। इसके बाद कार्य खण्ड को

शीर्ष डाई व पृष्ठ डाई के मध्य फिक्स कर लेते हैं तथा शीर्ष डाई द्वारा कई बार प्रहार कराया जाता है जिस कारण इसकी लम्बाई कम हो जाती है व धातु फैल जाती है।

(5) बेधन या छिद्रन—इस क्रिया के दौरान धातु को पृष्ठ डाई पर रखते हैं। फिर पंच को धातु खण्ड पर टिकाकर शीर्ष डाई से इस पर प्रहार करते हैं। जब पंच आधी मोटाई तक चला जाता है तो इसको पलटकर दोबारा से पंच द्वारा अगली आधी गहराई तक छिद्र किया जाता है जिससे धातु खण्ड के आर-पार छिद्र प्राप्त हो जाता है। अधिक मोटाई की कार्य खण्ड में छिद्र करने के लिए विशेष पंच किये जाते हैं।



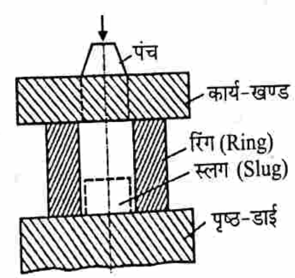
चित्र 41 : स्थूलन (upsetting)



चित्र 42 : छिद्रन (Punching)

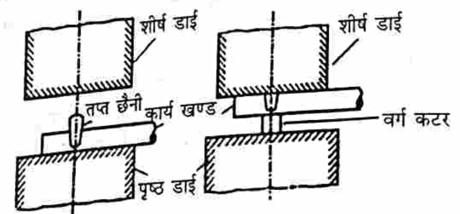
(6) तीखी बेधन—इस क्रिया के दौरान कार्य खण्ड को एक रिंग पर रखते हैं। इस रिंग का व्यास छिद्र के व्यास से अधिक होता है। कार्य खण्ड में पंच के बड़े व्यास वाले सिरे को टिकाकर शीर्ष डाई से प्रहार करते हैं और छिद्र बन जाता है। धातु के व्यर्थ पदार्थ को स्लग कहते हैं।

(7) कटिंग—यह निम्न प्रकार से किया जाता है—



चित्र 43 : बेधन (Piercing)

तप्त छैनी वर्क कटर से कटिंग करना—कार्य खण्ड को पृष्ठ डाई पर रखकर शीर्ष डाई द्वारा प्रहार करते हैं। इस कार्य खण्ड को छैनी द्वारा काटा जाता है। छैनी को कार्य खण्ड में आर-पार नहीं जाने देते हैं। इसमें शीर्ष डाई का प्रहार पृष्ठ डाई पर नहीं होने देते हैं। इसके लिए कार्य खण्ड को ऊपर उठाकर उसके नीचे वर्ग कटर लगा दिया जाता है, जिस कारण पृष्ठ डाई पर हैमर का प्रहार नहीं हो पाता है। तप्त छैनी द्वारा कार्य खण्ड पर कुछ गहराई तक कट लगाया जाता है। इसके बाद हैमर की सहायता से प्रहार किये जाते हैं, जिस कारण धातु खण्ड दो हिस्सों में कट जाता है।



चित्र : 44 हैमर द्वारा धातु-खण्ड को काटना

सतह परिष्करण—यह क्रिया फ्लैटर्स व स्मूदर्स की सहायता से किया जाता है। इसका डिजाइन समतल की जाने वाली सतह के अनुसार होता है। फोर्जिंग्स की चपटी सतहों को समतल करने के लिए डाई के हल्के प्रहारों से किया जाता है। इस प्रकार उत्पाद अन्तिम रूप से तैयार हो जाता है।

फोर्जिन द्वारा तैयार अंगों के लक्षण

1. इस क्रिया द्वारा कार्य खण्ड की यान्त्रिक सामर्थ्य, आघात प्रतिरोध व प्रत्यास्थ सीमा में सुधार हो जाता है।
2. फोर्जिन पार्ट्स की दरारें व ब्लोहॉल समाप्त हो जाते हैं।
3. धातु के रेशे समुचित प्रकार से व्यवस्थित हो जाते हैं।
4. फोर्जित धातु की आन्तरिक संरचना में सुधार हो जाता है।
5. फोर्जिंग्स के अन्दर बनी गुहिकायें भर जाती हैं।

फोर्जन दोष व निवारण—फोर्जन दोष के निम्न कारण होते हैं—

1. धातु खण्ड का ठीक प्रकार से गर्म ना होना।
2. फोर्जिन के पश्चात् असमान शीतलन।
3. दोषपूर्ण फोर्जन की विधियाँ।
4. मूल धातु के निम्न कोटि के गुण स्तर।
5. फोर्जन की दोषपूर्ण दशाएँ।

फोर्जन दोष (Forging Defects)

1. इसमें गहरी दरारें गुहिकाएँ, धातु का जलने, कर्तन की मात्रा का कम होना, टीयर्स आदि फोर्जन दोष होते हैं। इन दोषों को दूर करना सम्भव नहीं होता है। जबकि अन्य दोषों में विरूपण, रेशों का शुद्धिकरण, आन्तरिक प्रतिबल अति तापन तथा दरारों का निराकरण किया जा सकता है।

हैमर फोर्जन के दौरान उत्पन्न दोष

1. जाला या गुहिका—यह दोष चपटी डाईयों द्वारा फोर्जन करने पर बनता है।

2. टीयर्स—बिलेट की खराब क्वालिटी व तापमान के कम होने पर तथा बिलेट के अधिक तापमान होने से भी यह दोष उत्पन्न हो जाता है।

3. दरारें—बिलेट की खराब क्वालिटी व असमान तापन के कारण यह दोष उत्पन्न होता है। अन्य कारणों में दोषपूर्ण फोर्जन विधियाँ तथा फोर्जिन का ठीक प्रकार से ठण्डा न करना, यह दोष बनाते हैं। इसको दूर करने के लिए दरार के ऊपर गर्म छैनी रखते हैं और उसे बलपूर्वक प्रवेश कराते है तथा फोर्जिन को थोड़ा-सा घुमा देते हैं तथा गर्म छैनी पर हाथ से प्रहार करते हैं जिस कारण यह दरारें भर जाती हैं।

4. हेयर दरारें—फोर्जिन को तेजी से ठण्डा करने पर हेयर दरारें उत्पन्न हो जाती हैं। कई बार धातु का दोष पूर्ण होना भी इसका कारण बन जाता है।

5. गड्ढा पड़ना—पूर्व में बनाई गयी फोर्जिन की स्लग के कारण यह दोष उत्पन्न हो जाता है।

6. चढ़ाव—जब डाई को फोर्जिन पर अधिक दाब लगाकर बाँधते हैं तो यह दोष उत्पन्न हो जाता है।

7. धातु मल व संरंध्रता—फोर्जिन की सतह पर स्लैग या रेस का जमना संरंध्रता को दर्शाता है।

ड्रॉप फोर्जिंग तथा प्रेस फोर्जन के दौरान उत्पन्न दोष (Defect During Press Forging and Drop Forging)

(1) कोल्ड शट—यह दरारें, फोर्जिंग के किनारों पर सतहों के लम्ब रूप में दिखाई देती हैं। फोर्जिंग्स का त्रुटिपूर्ण डिजाइन व डाईयों का त्रुटिपूर्ण डिजाइन इस प्रकार के दोषों का कारण होता है।

(2) डाईयों का अपूर्व भाग—यदि डाईयों की गुहिका पूर्ण रूप से फैलाव न होना इस प्रकार के दोष का कारण बनता है। धातु की मात्रा का कम होना या अपेक्षित तापमान न होना इसके प्रमुख कारण हैं। डाईयों के बीच धातु को उचित स्थान पर न रखना भी इसका प्रमुख कारण होते हैं।

(3) बेमेल फोर्जिंग्स—इस दोष में डाई की छाप एक-दूसरे से सही प्रकार से नहीं मिलती हैं।

(4) फिन या रैंक—फोर्जिन की सतह पर धातु के छोटे-छोटे उभारों या धातु की सतह में घुसे छोटे-छोटे टुकड़ों के घुसने को फिन या रैंक कहते हैं।

(5) गड्ढा—फोर्जिंग का शीर्ष डाई के साथ चिपक जाना या प्रहार करते समय गिर जाना तप्त फोर्जिन का एक स्थान से दूसरे स्थान पर फेंका जाना भी इसका एक अन्य कारण है।

(III) फोर्जन-दोषों का निवारण (Remedies of forging-defects)

(1) गहरी दरारें (Shallow crack)—गहरी दरारों को तप्त छैनी (hot set) के प्रयोग से भरा जाता है। इसकी विधि पहले बताई जा चुकी है।

(2) बारीक दरारें (Hair crack)—फोर्जिंग्स की सतहों को ग्राइंड करके बारीक दरारें हटाई जाती हैं।

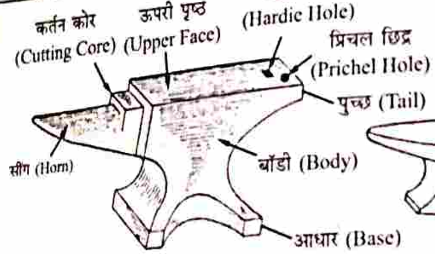
(3) विकार्बन क्षेत्र (Decarburised areas)—इनका निवारण भी सतहों को ग्राइंड करके किया जाता है।

(4) विरूपित फोर्जिंग्स (Distorted forgings)—विरूपित फोर्जिंग्स को प्रेसों से सीधा किया जाता है।

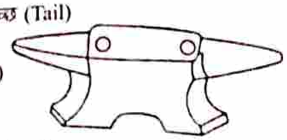
(5) यांत्रिक गुण तथा आन्तरिक प्रतिबल (Mechanical properties and internal stresses)—इस्पात फोर्जिंग्स के यांत्रिक गुणों में सुधार लाने तथा अन्तरिक प्रतिबलों को कम करने के लिये अनीलन (annealing) तथा निर्मलीकरण (normalising) क्रियायें की जाती हैं।

2.12 फोर्जन औजार तथा अन्य उपकरण (Forging Tool and Other Equipments)

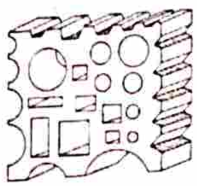
(1) एनविल—यह एक कास्ट स्टील या पिटवां लोहे की बनी संरचना होती है तथा यह कास्ट आपस के आधार पर बनी रहती है। गर्म/तप्त धातु खण्डों को एनविल पर रखकर उस पर फोर्जन की क्रिया की जाती है। एनविल की ऊपर की आकृति चौकोर होती है जिसमें कुछ छिद्र बने रहते हैं। गरम कार्य खण्ड के सिरों को इन छिद्रों में फंसाकर मोड़ा जाता है। स्वेज व फुलर इत्यादि टूल को भी इन छिद्रों में फंसाया जाता है तथा उन पर अन्य क्रियाएँ की जाती हैं। बिक व सींग का हिस्सा बंकन में प्रयोग किया जाता है। सींग के विपरीत, एनविल का सिरा चौकोर आकार का होता है जो कि कार्य खण्ड को मोड़ने में प्रयोग होता है। फोर्जिंग के सभी ऑपरेशन एनविल की कार्य सतह पर पूर्ण किये जाते हैं। इसमें कार्य सतह को ऊष्मा उपचार द्वारा कठोर बनाया जाता है ताकि यह आघात सहने व घिसाव प्रतिरोधी बन जाये। सामान्यतया एक सींग वाली एनविल प्रयोग की जाती है। इनका भार 50 kg से 300 kg तक होता है।



चित्र 45 (a) : एक सींग वाली निहाई (Single horn anvil)

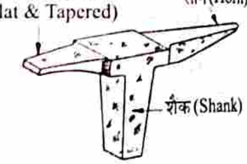


चित्र 45 (b) : दो सींग वाली निहाई (Double horn anvil)

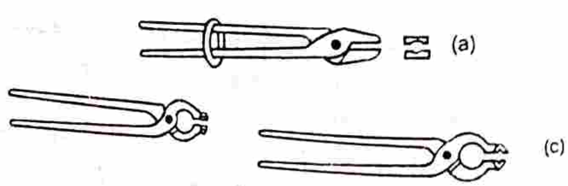


चित्र 46 : स्वेज ब्लॉक (Swage block)

(2) स्वेज ब्लॉक—यह कास्ट स्टील या फोर्जित स्टील का बना होता है और इसकी आकृति चौकोर होती है। इसके फलक पर बहुत सारे भिन्न आकृति के आर-पार खांचे व छिद्र बने रहते हैं जिनके द्वारा भिन्न ऑपरेशन किये जाते हैं। इसके द्वारा स्वेजिंग, बंकन, शेपिंग व परिष्करण सतह की क्रिया सम्पन्न कराई जाती है। इन छिद्रों में बहुत से टूल जैसे कि फुलर, स्वेज इत्यादि को फंसाकर भी कार्य किया जाता है। स्वेजिंग ब्लॉक का प्रयोग ऑपरेशन को पूरा करने के लिये किया जाता है। सामान्यत: 25 cm से 65 cm तक की कोर वाले स्वेज ब्लॉक उपलब्ध रहते हैं। स्वेज ब्लॉक का प्रयोग शीर्ष बनाने, मोड़ने, प्ररूपण, छेद करने व चौरस करने जैसी क्रियाओं मे किया जाता है। जिस आकृति का उत्पाद बनाना होता है, उसी आकृति वाली छिद्र के ऊपर रखकर उत्पाद पर हैमर द्वारा आघात करते हैं। इस तरह स्वेज ब्लॉक खांचों की तरह कार्य करते हैं। छिद्र करने के लिए भी स्वेज तथा पंचों का प्रयोग किया जाता है।



चित्र 47 : चोंच लोहा या मैन्ड्रिल (Beak iron or Mandrel)



चित्र 48

(3) मैन्ड्रिल—इसका प्रयोग भी एनविल की तरह किया जाता है। यह हल्का व छोटा होता है। इनका प्रयोग जंजीर बनाने में करते जंजीर की कटिंग व छोटे-छोटे कार्यों के लिए किया जाता है।

(4) चौरस टाँग—इसका उपयोग चौरस कार्य खण्डों के लिए किया जाता है।

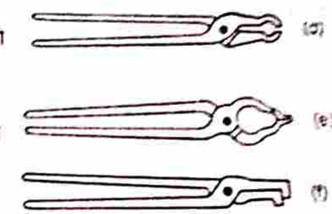
(5) खोखली बिट टाँग—इसके द्वारा वर्गाकार व चपटे कार्य खण्डों को आसानी से पकड़ सकते है।

(6) वर्गाकार खोखली टाँग—इसका प्रत्येक जबड़ा व समकोण पर आधारित होता है। इसका प्रयोग आयताकार व षट्भुजाकार कार्य खण्डों को पकड़ने में करते हैं।

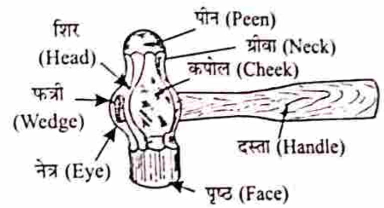
(7) छल्ला टाँग—इसमें छल्ले की आकृति वाली वस्तुओं को पकड़ने के लिए प्रबन्ध होता है।

(8) नुकीली टाँग—इसके द्वारा पतली वस्तुएँ पकड़ी जाती हैं। इसका प्रयोग पतली अनुप्रस्थ काट वाली वस्तुओं को उठाने के लिए किया जाता है।

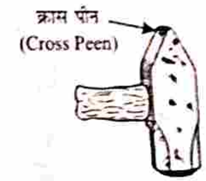
(9) कोण टाँग—इसके जबड़े 90° पर मुड़े रहते हैं।



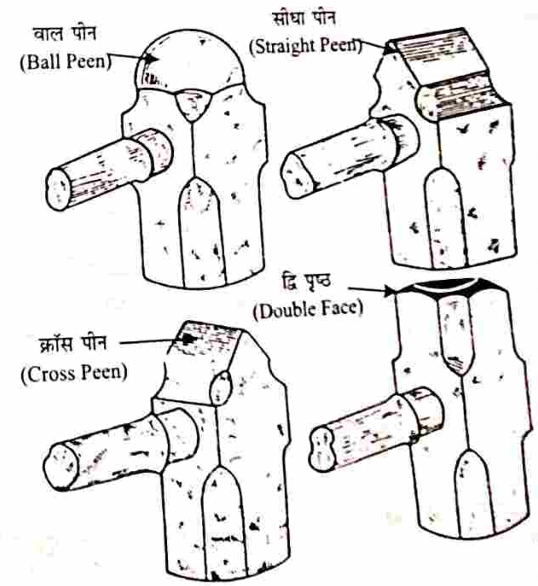
चित्र 49 : विभिन्न प्रकार की संडासियाँ



चित्र 50 : बॉल पीन हथौड़े के भाग (Parts of ball peen hammer)



चित्र 51 : क्रॉस पीन हथौड़ा (Cross peen hammer)



चित्र 52 : स्लेज हथौड़े (Sledge hammers)

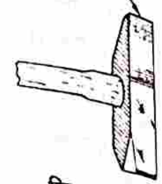
2.13 हैमर (Hammer)

हैमर का प्रयोग समकोण व अपेक्षित साइज की वस्तुएँ प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

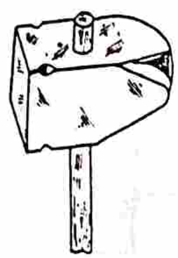
(1) बाल पिन हैमर—इसका पिन अर्द्ध गोलाकार होता है। इसका प्रयोग रिवेट जैसी सतहों पर प्रहार करने के लिए करते हैं। यह हैमर कास्ट स्टील व फोर्ज स्टील का बना होता है।

(2) क्रॉस पिन हैमर—इसके पिन की लम्बाई दस्ते की लम्बाई के लम्बवत होती है। इसका प्रयोग धातु को मोड़ने तथा फैलाने में करते हैं।

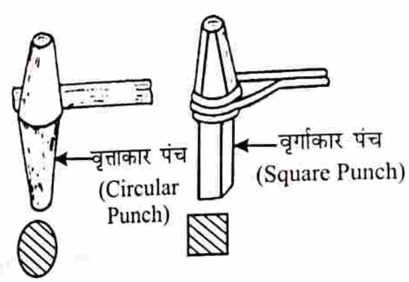
(3) स्लैज हैमर—यह बहुत भारी हैमर होता है। यह लोहारों द्वारा प्रयोग किया जाता है। इनका भार 3 से 10 kg तक होता है। इस हैमर की लम्बाई 70 से 90 cm तक होती है। इन हैमर पर भी बाल पिने रहते हैं। यह कई फेस का हो सकता है।



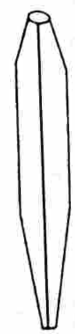
चित्र 53 (a)



चित्र 53 (b) : सैट हथौड़ा (Set hammer)



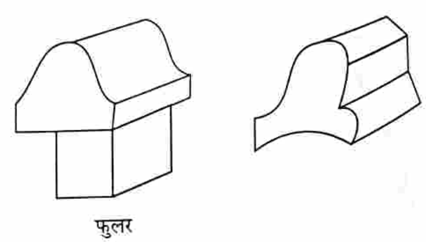
चित्र 53 (c) : पंच (Punch)



चित्र 53 (d) : ड्रिफ्ट (Drift)

(4) स्ट्रेट पिन हैमर—इन हैमर में पिन स्ट्रेट तथा हैन्डल के अक्ष के समानान्तर होते हैं। इनका वजन 0.11 kg से लेकर 0.91Kg तक होता है। इनका प्रयोग धातु को फैलाने के लिए करते हैं।

(5) फुलर—यह उच्च कार्बन इस्पात के बने होते हैं। यह दो भागों से मिलकर बना होता है। इनकी क्रिया कार्यकारी सतह कठोरीकृत व पोलिशीकृत होती है। इसकी कार्यकारी सतह को गोल बनाया जाता है। ऊपरी सतह पर लकड़ी का हैन्डल लगा होता है जबकि निचली सतह पर टेपर शैंक लगा होता है। इसके निचले फुलर को एनविल में फंसाकर ऊँचा किया जाता है। इसका प्रयोग गर्दन बनाने, लम्बाई बढ़ाने, गोल किनारे बनाने व खांचे बनाने में करते हैं।



चित्र 53 (e) : फुलर

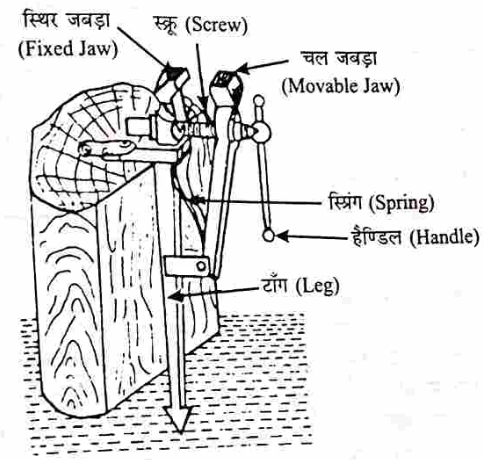
(6) सैंट हैमर—इस औजार का निचला पृष्ठ चिकना, समतल व कठोर होता है। इसके चारों ओर के पृष्ठ निचले वाले पृष्ठ के एकदम लम्बवत् होते हैं। इसमें वस्तु को गर्म करके एनविल के ऊपर रखकर कार्नर को अपेक्षित आकृति दी जाती है।

(7) पंच—पंच का प्रयोग पंचिंग छिद्र करने में किया जाता है। यह विभिन्न आकृति के चौकोर व, गोल छिद्र बनाने में प्रयोग करते हैं।

(8) स्वेज—स्वेज को दो जोड़ों में प्रयोग करते हैं। यह दोनों जोड़े एक पतली पत्ती द्वारा जुड़े रहते हैं। इनके द्वारा जॉब को पकड़ने का कार्य किया जाता है।

(9) ड्रिफ्ट—पंच द्वारा निर्मित छिद्र को सही माप देने के लिए ड्रिफ्ट का प्रयोग किया जाता है। इन्हें वर्गाकार व दीर्घ वृत्ताकार आकार में बनाया जाता है।

(10) टाँग वाइस—टाँग वाइस का प्रयोग कार्य खण्ड को कसकर पकड़ने के लिए किया जाता है। इसमें एक लैग बनी रहती है जो लैग के लिए अतिरिक्त सपोर्ट का कार्य करती है। इसमें एक स्वतन्त्र जबड़ा होता है जिसको चलाकर कार्य खण्ड को कसकर पकड़ा जाता है।



चित्र 54 : टाँग वाइस (Leg vice)

फोर्जन के दौरान प्रयुक्त भट्टियाँ

फोर्जन करने से पहले धातु खण्ड को एक निश्चित तापमान तक तप्त करना पड़ता है जिस कारण यह तन्य व नरम हो जाता है तथा आसानी से अपेक्षित साइज को प्रदान किया जा सकता है।

लोहार की भट्टी (Open Hearth)—इसमें हस्त फोर्जन किये जाने वाले पदार्थ को गरम किया जाता है। यह वस्तु को लाल तप्त अवस्था/प्लास्टिक अवस्था तक गर्म करने में प्रयोग होता है। यह धातु खण्ड को धीरे-धीरे गर्म करता है। यह ईंटों द्वारा बनी होती है जिस पर कास्ट आयरन की लाइनिंग बनी रहती है। जो कि कोक द्वारा भरी रहती है। इसके सैन्टर पर ट्यूर्स लगे रहते हैं जो वायु को जलते कोक पर प्रवाहित करती हैं। इस वायु को प्रवाहित करने के लिए संट्रीफ्यूगल ब्लोअर लगा रहता है। भट्टी के ऊपर के हिस्से पर एक छड़ लगी रहती है जो कि स्मोक आदि को इकट्ठा करके बाहर निकाल देती है। इस भट्टी में कोक व कोयले को ईंधन की तरह प्रयोग करते हैं। धातु खण्ड को सैन्टर पर रखकर गरम करते हैं। भट्टी को निचले हिस्से पर क्लिंकर के रूप में व्यर्थ पदार्थ इकट्ठा होता रहता है। गरम कार्य खण्ड को भट्टी से बाहर निकालने के लिए रैक नाम का टूल प्रयोग करते हैं।

रोलिंग—इस प्रकिया में धातु खण्ड के बेलनों को दो या अधिक रोलर के बीच से गुजारकर अर्ध परिष्कृत अवस्था में लाते हैं। इस विधि में रोलर एक-दूसरे के विपरीत दिशा में घूमते हैं। इसमें बिलेट व इनगट का साइज कम हो जाता है। यह क्रिया दो प्रकार से होती है (1) हॉट रोलिंग, (2) कोल्ड रोलिंग।

हॉट रोलिंग में पदार्थ को रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान तक गर्म करके उस पर मशीनिंग करते हैं; जबकि कोल्ड रोलिंग में कमरे के तापमान पर ही उस पर मशीनिंग की जाती है।

हॉट रोलिंग व कोल्ड रोलिंग में अन्तर

	हॉट रोलिंग (Hot Rolling)	कोल्ड रोलिंग (Cold Rolling)
1.	इसमें पदार्थ को रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान तक गर्म करके क्रिया करते हैं।	इसमें रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान से कम पर क्रिया करते हैं।
2.	इसमें कार्य कठोरता का प्रभाव नहीं होता है।	इसमें कार्य कठोरता का प्रभाव प्रतिलक्षित होता है।
3.	इसमें शुद्ध माप प्राप्त करना कठिन होता है।	इसमें शुद्ध माप प्राप्त की जा सकती है।
4.	स्टॉक व रोल के बीच घर्षण गुणांक अधिक होता है।	इसमें घर्षण गुणांक कम होता है।
5.	इसमें कार्य खण्ड काट का क्षेत्रफल अधिक कम होता है।	इसमें अनुप्रस्थ काट में कम परिवर्तन होता है।
6.	रोलर की त्रिज्या अधिक होती है।	रोलर की त्रिज्या अधिक रहती है।
7.	सतह पर जंग लग जाता है।	सतह पर जंग नहीं लगती है।
8.	इससे पतले सैक्शन नहीं बनाये जा सकते हैं।	इसमें पतले सैक्शन बनाये जा सकते हैं।

हॉट रोलिंग (Hot Rolling)—इस क्रिया में धातु खण्ड को रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान से ऊपर गर्म करने पर रोलिंग प्रक्रिया सम्पन्न कराते हैं। इसको सोकिंग भट्टी में गरम करते हैं। कार्बन की मात्रा के अनुसार यह तापमान 1000°C से 13000°C तक के बीच रहता है। यदि मशीनिंग के दौरान धातु खण्ड का तापमान नीचे गिर जाता है तो इसको पुनः गरम करते हैं। इस दौरान धातु के अन्दर नये-नये क्रिस्टल बनने लगते हैं तथा धातु के गुणों में सुधार हो जाता है। गर्म करने के दौरान धातु के अन्दर उत्पन्न दरारें भी खत्म हो जाती हैं। इस प्रक्रिया में स्लैब द्वारा पतली शीट की पत्ती बनाई जाती है तथा ब्लूम द्वारा I व T सेक्शन बनाये जाते हैं। बिलेट द्वारा गोलाकार छड़ व तार बनाये जाते हैं।

कोल्ड रोलिंग (Cold Rolling)—इस विधि द्वारा विभिन्न काट की छडें, रॉड़ा शीट आदि तैयार किये जाते हैं। इस प्रक्रिया में रिक्रिस्टेलाजेशन तापमान से कम तापमान में अथवा कमरे के तापमान पर मशीनिंग क्रिया की जाती है। यह क्रिया करने से पहले धातु पर पिकलिंग की जाती है जिसके अन्तर्गत धातु की सतह से तेजाब द्वारा पपड़ी उतारी जाती है। इस प्रक्रिया में धातु को सीधा करने के लिए रोलर लेबलिंग की जाती है तथा कोल्ड रोलिंग से धातु ऋण सामर्थ्य बढ़ जाता है।

4.3 रोलिंग (Rolling)

रोलिंग उत्पादन प्रक्रम (Rolling Manufacturing Process)

रोलिंग की प्रक्रिया में पदार्थ को दो विपरीत दिशाओं में चलित रोलरों के मध्य से गुजारा जाता है। यह प्रक्रम एक पुनरावृत्ति प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया द्वारा धातु पिण्ड (पदार्थ) की मोटाई कम हो जाती है एवं लंबाई बढ़ जाती है। पिण्ड के ग्रेन की अवस्था बदलकर चपटी हो जाती है। बार-बार रोलरों के मध्य से निकालने पर ग्रेन काफी बारीक हो जाते हैं। धातु संपीड़न होने तथा ग्रेन बारीक होने से धातु की सामर्थ्य बढ़ जाती है तथा यांत्रिक गुणों में वृद्धि हो जाती है। यह प्रायः दो प्रकार की होती है तप्त रोलिंग तथा ठण्डी रोलिंग। एक विशेष प्रकार की रोलिंग प्रक्रिया भी होती है जिसे थ्रेड रोलिंग कहा जाता है।

रोलिंग प्रक्रम का वर्गीकरण (Classification of Rolling Process)

(1) तप्त रोलिंग (Hot Rolling) : तप्त अवस्था में धातुओं का संपाडन काफी आसान होता है क्योंकि उच्च ताप पर धातुओं के मध्य बने अंतः आणविक बन्ध कमजोर हो जाते हैं। इस प्रक्रम में प्रायः धातुओं को पिघलाकर बिलेट्स (Billets) बनाये जाते हैं, इसके पश्चात् इन बिलेट्स को छीलकर तप्त करते हैं। फिर इनको रोलरों के मध्य गुजारते हैं जिससे उसकी अनुप्रस्थ काट कम हो जाती है तथा बिलेट्स की लंबाई बढ़ जाती है। हॉट रोलिंग प्रक्रिया द्वारा कम परिष्कृत सतह मिलती है।

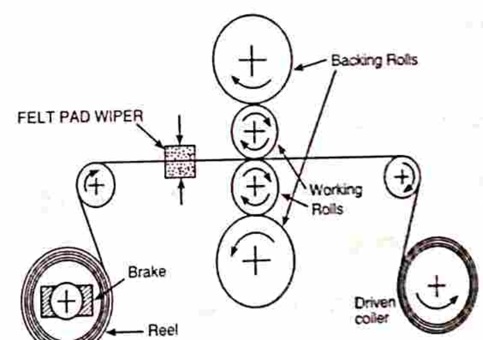
विभिन्न आकार प्राप्त करने हेतु अथवा वांछित अनुप्रस्थ काट प्राप्त करने हेतु विशेष प्रकार के बेलनों का प्रयोग किया जाता है जैसे कि खाँचेदार बेलन (Grooved Rollers)।

(2) शीत रोलिंग (Cold Rooling) : इस प्रक्रिया में धातु पिण्डों को प्रायः ठण्डी अवस्था में बेलनों के मध्य से गुजारा जाता है। इस प्रक्रिया का उपयोग तप्त रोलिंग के पश्चात् धातुओं की सतहों को और अधिक परिष्कृत करने तथा कार्य खण्डों में वांछित यांत्रिक गुणों की प्राप्ति के लिये किया जाता है। यह एक धीमा प्रक्रम है क्योंकि ठण्डी अवस्था में मशीनों पर अधिक भार पड़ता है इसलिये अनुप्रस्थ काट को धीरे-धीरे कम करते हैं। अधिक भार के कारण रोलरों में डिफ्लेक्शन की संभावना बढ़ जाती है जिसे कम करने के लिये बैकिंग रोलरों (Backing Rollers) का प्रयोग किया जाता है। प्रायः रोलिंग प्रक्रिया सभी तन्य धातुओं तथा उनकी मिश्र धातु पर की जाती है।

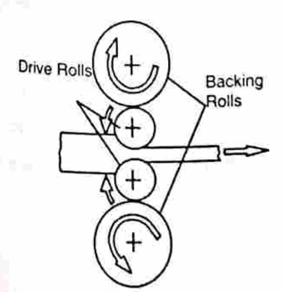
यह एक विशेष प्रकार का रोलिंग प्रक्रम है। इसका प्रयोग मास उत्पादन (Mass production) में चूड़ी काटने के लिये किया जाता है। यह प्रक्रिया प्लास्टिक विरूपण श्रेणी में आती है। इस प्रक्रिया में दो चपटी चूड़ीदार डाइयों (Threaded Dies) को पश्चाग्र गति (Reciprocatory motion) देकर तथा जॉब को दबाते हुये चूड़ियों का निर्माण किया जाता है।

वह प्रक्रम जिसमें पदार्थ को उसके क्रान्तिक तापमान (Critical Temperature) तक गर्म कर उसकी प्लास्टिक अवस्था में बलों का प्रयोग कर वांछित माप तथा आकार बदला जाता है, उसे फोर्जिंग प्रक्रम कहा जाता है।

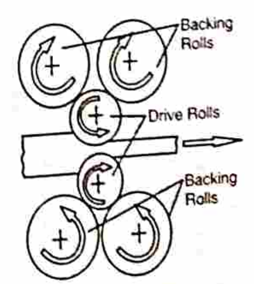
(3) थ्रेड रोलिंग (Thread Rolling) : थ्रेड रोलिंग प्रक्रिया मास उत्पादन प्रक्रम के अंतर्गत आती है। इस प्रक्रम में सर्वप्रथम पदार्थ का प्लास्टिक विरूपण होता है, फिर उसे दो चपटी डाइयों में से पश्चाग्र गति देते हुये गुजारते हैं तथा चूड़ियों पर एक दाब डाला जाता है। इस प्रकार चूड़ियों का निर्माण हो जाता है।



चित्र 55 : Rolling Process Using for High Mill

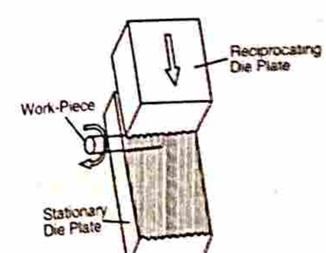


(A) Single Backing Rolls



(B) Double Backing Rolls

चित्र 56 (a) : Use of Cold Rolling Backing Rollers to reduce deflection



चित्र 56 (b) : Thread Rolling with Flat-Dies

4.1 धातु विरूपण (Metal Deformation)

इसमें धातु की प्रत्यास्थता सीमा से ज्यादा बल लगाना पड़ता है। अर्थात् प्रत्यास्थता सीमा से ज्यादा विरूपित किया जाता है। इस दौरान धातु कार्य खण्ड का साइज घट जाता है।

(a) परम खिंचाव—धातु की मशीनिंग पूर्व व बाद की विमाओं का अन्तर परम खिंचाव कहलाता है।

$$\text{परिवर्तित चाल} = (t_0 - t_1)\, mm.$$

t_0 = पट्टी की प्रारम्भिक मोटाई

t_1 = पट्टी की अन्तिम मोटाई

(b) परम दैर्ध्य वृद्धि—धातु कार्य खण्ड की अन्तिम व पूर्व की लम्बाई में अन्तर को परम दैर्ध्य वृद्धि कहते हैं।

$$\text{परम दैर्ध्य वृद्धि} = (l_1 - l_0)$$

l_0 = प्रारम्भिक लम्बाई

l_1 = अन्तिम लम्बाई

(c) परम फैलाव—धातु कार्य खण्ड की अन्तिम व पूर्व चौड़ाई में अन्तर परम फैलाव कहलाता है।

$$\text{परम फैलाव} = (w_1 - w_0)\, mm$$

w_0 = प्रारम्भिक चौड़ाई

w_1 = अन्तिम चौड़ाई

(d) सापेक्ष खिंचाव—परम खिंचाव तथा प्रारम्भि मोटाई के अनुपात को सापेक्ष खिंचाव कहते हैं।

$$\text{सापेक्ष खिंचाव (\% में)} = \left(\frac{t_0 - t_1}{t_0}\right) \times 100$$

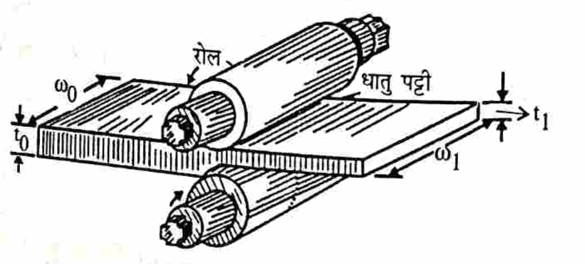
(e) दैर्ध्य वृद्धि गुणांक—रोलिंग के बाद अन्तिम व प्रारम्भिक लम्बाई के अनुपात को दैर्ध्य वृद्धि गुणांक कहते हैं।

$$\text{दैर्ध्य वृद्धि गुणांक } (\mu_0) = \frac{l_1}{l_0}$$

रोलिंग से पूर्व आयतन = रोलिंग के बाद आयतन

$$t_1 w_1 l_1 = t_0 w_0 l_0$$

$$\frac{l_1}{l_0} = \mu = \frac{t_0 w_0}{t_1 w_1}$$



चित्र 57 : धातु पट्टी पर लुंठन प्रक्रम

धातु की लम्बाई में वृद्धि उसके अनुप्रस्थ काट के समानुपाती होती है। धातु का फैलाव, खिंचाव की अपेक्षा कम होता है। धातु के विरूपण के दौरान इस पर घर्षण बल तथा दाब क्रिया करते हैं।

रोलर व धातु कार्य खण्ड की सापेक्ष गतियाँ (Relative Velocity of Roller and Metal Work Piece)

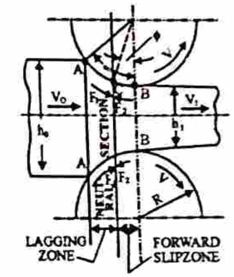
रोलर का मशीनिंग से पूर्व आयतन = रोलिंग के बाद का आयतन

$$Q_0 = Q_1$$

$$V_0 t_0 B = V_1 t_1 B$$

$$V_1 = V_0 \frac{t_0}{t_1}$$

$$\frac{t_0}{t_1} > 1$$



चित्र 58 : विरूपण क्षेत्र में धातु की गति

जहाँ V_0 = रोलर के प्रवेश पर पट्टी गति

V_1 = रोलर के निकास पर पट्टी गति

w = बेलन वाली धातु की चौड़ाई

विरूपण क्षेत्र में पट्टी की मोटाई लगातार कम होती रहती हैं इसलिये पट्टी की गति बढ़ती है। पट्टी की गति, मोटाई h के समानुपाती होती है।

$$\text{रोलर की पराधीय गति } V = 2\pi RN \text{ मी०/मिनट}$$

जब धातु पट्टी रोलर में प्रवेश करती है तो इसकी गति V_0 से कम होकर V तक आ जाती है। परन्तु धातु की गति उसकी मोटाई से कम होने के साथ-साथ बढ़ती है तथा अन्त में इसकी गति V_1, रोलर की गति V से ज्यादा हो जाती है।

$$V_0 < V < V_1$$

विरूपण क्षेत्र में एक स्थिति ऐसी भी आती है जहाँ पर रोलर की गति धातु की गति के समान होती है। इस बिन्दु पर अनुप्रस्थ काट को निष्क्रिय काट कहते हैं व इस बिन्दु को निष्क्रिय बिन्दु कहते हैं। निष्क्रिय काट के बाईं ओर के क्षेत्र को लैगिंग जोन तथा दाईं तरफ वाले जोन को फार्वर्ड स्लीप जोन कहते हैं। निष्क्रिय बिन्दु के बाईं तरफ धातु की गति रोलर से कम होती है व दाईं तरफ रोलर की गति से ज्यादा होती है।

रोलिंग में बलों का प्रभाव (Effect of Force in Rolling)

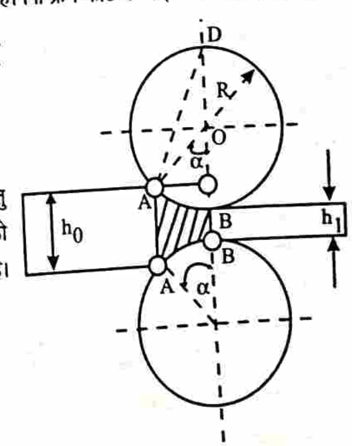
इस प्रक्रम में दो रोलर के बीच से कार्य खण्ड को गुजारा जाता है। धातु खण्ड का रोलर के साथ सम्पर्क एक वृत्तीय चाप के रूप में होता है, जिसको सम्पर्क चाप कहते हैं। रोलर के केन्द्र पर सम्पर्क चाप द्वारा α कोण बनता है। इसको वाइप कोण कहते हैं।

$$\cos\alpha = 1 - \frac{t_0 - t_1}{2R}$$

जहाँ पर t_0 = धातु की प्रारम्भिक मोटाई,

t_1 = धातु की अन्तिम मोटाई,

R = रोलर की त्रिज्या



चित्र 59 : रोलिंग क्रिया में विरूपण

बल आघूर्ण व पावर की गणना करना (Calculation of Torque and Power)

रोलर पर लगने वाला फोर्स निम्न सूत्रों द्वारा प्राप्त किया जाता है—

$$P_r = LWQ_p\,\sigma fm$$

$$P_r = LWQ_i\,\sigma fm$$

जहाँ पर L = रोलर व कार्य खण्ड के सम्पर्क सतह के बीच कार्य खण्ड की लम्बाई

W = पट्टी की चौड़ाई

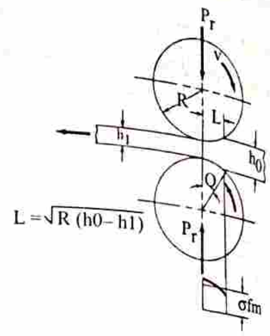
Q_i = प्रेशर फैक्टर

Q_P = प्रेशर गुणांक

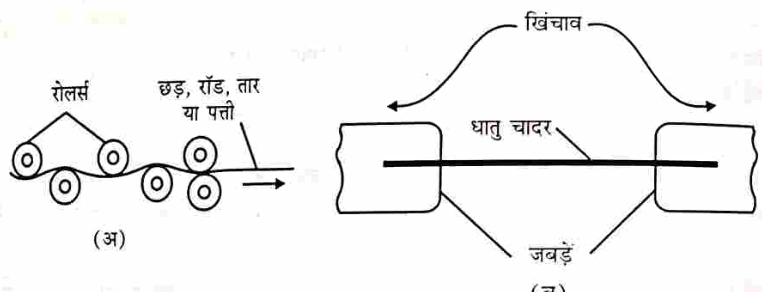
σfm = माध्य फ्लो प्रतिबल

बल आघूर्ण $(T) = Pr.XL$

हार्स पावर $(HP) = \dfrac{2Pr\,L\pi N}{33000}$ $KW = \dfrac{2Pr\,L\pi N}{60000}$



चित्र 60 : Flat rolling



चित्र 61 : धातुओं को सीधा करने की युक्तियों का क्रिया सिद्धान्त

विरूपण क्षेत्र (Deformation Zone)—धातु पट्टी के ऊपर तथा नीचे सम्पर्क चाप AB तथा रोलर्स के बीच धातु के प्रवेश व निकास पर अनुप्रस्थ काटों द्वारा धातु के आयतन को विरूपण क्षेत्र कहते हैं।

घर्षण बल—रोलिंग के दौरान मशीनिंग के लिए घर्षण बल एक प्रमुख कारक होता है। रोलर के बीच में धातु पर दो बल लगते हैं, जिनमें से एक अभिलम्ब N होता है। घर्षण बल का मान μN के बराबर होता है।

रोलिंग का प्रतिबंध—यदि घर्षण गुणांक μ का मान घर्षण कोण की स्पर्श ज्या से ज्यादा हो तो कार्य खण्ड रोलर के बीच में प्रविष्ट कर सकता है।

रोलिंग मिल्स—ये निम्न प्रकार के होते हैं—

1. टू हाई रोलिंग मिल्स
2. थ्री हाई रोलिंग मिल्स
3. फोर हाई रोलिंग मिल्स
4. क्लस्टर रोलिंग मिल्स
5. टैंडम रोलिंग मिल्स

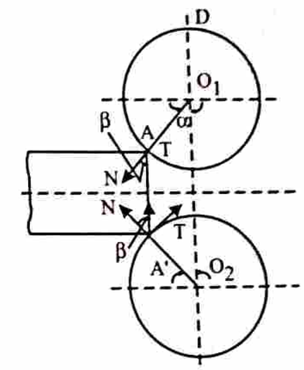
(3) टू हाई रोलिंग मिल्स—इसमें दो रोलिंग मिल्स लगे रहते हैं। इसको दो भागों में वर्गीकृत कर सकते हैं—

(i) प्रतिवर्ति मिल्स

(ii) अप्रतिवर्ति मिल्स

(i) प्रतिवृत्ति मिल्स में रोलर पहले एक दिशा में घूमते हैं तथा कार्य खण्ड के आगे निकलने के बाद दोबारा से विपरीत दिशा में घूमते हैं, जिस कारण कार्य खण्ड अपनी पुरानी अवस्था में आ जाता है। इस क्रिया में कार्य खण्ड को आगे-पीछे रोलर के बीच से गुजारा जाता है। ऐसी मिल पर स्लैबिंग व ब्लूमिंग क्रियाएँ की जाती हैं।

(ii) अप्रतिवर्ति मिल्स में रोलर एक ही दिशा में घूमता है तथा इसके चलाने के लिए छोटी व सस्ती पावर मोटर्स लगी रहती हैं। इस रोलिंग मिल्स पर धातु खण्ड को एक बार ही गुजारा जाता है।

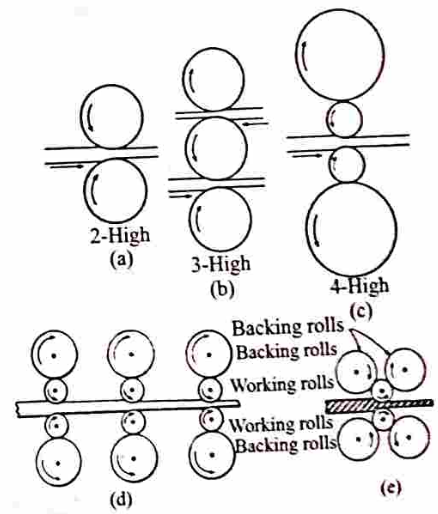


चित्र 62 : रोल्स के बीच धातु के प्रवेश बिन्दु पर लगे बल

(2) थ्री हाई रोलिंग मिल्स—इसमें तीन रोलर लगे रहते हैं जिनकी घुमाव की दिशा एक समान होती है। तीनों रोलर एक ही ऊर्ध्व तल में व्यवस्थित रहते हैं। इस रोलिंग मिल्स में एक झुकावदार मेज लगी रहती है जो कार्य खण्ड को ऊपर उठाने व ऊपरी बेलन व बीच वाले बेलन के बीच से गुजारने का कार्य करती है। थ्री हाई रोलिंग मिल्स को ब्लूमिंग मिल्स व बिलेट मिल्स की तरह काम करते हैं।

(3) फोर हाई रोलिंग मिल्स—इसमें चार रोलर लगे रहते हैं। दो कम व्यास के व दो अधिक व्यास के रोलर होते हैं। कम व्यास के रोलर अनुप्रस्थ काट को कम करते हैं तथा बड़े व्यास के रोलर कार्य खण्ड को सपोर्ट करते हैं।

(4) क्लस्टर—इसमें रोलरों की संख्या 4, 6, 12 व 20 तक हो सकती है। यह पतले व कठोर पदार्थ की रोलिंग करने में प्रयोग होते हैं। क्लस्टर मिल कार्य खण्ड को सपोर्ट करने का कार्य करते हैं।



चित्र 63 : Types of Rolling Mills

बहिर्वेदन व निष्कासन प्रक्रम

किसी धातु को पिघलाकर किसी बर्तन के छिद्र से बलपूर्वक गुजारकर अपेक्षित आकार का उत्पाद तैयार करने को बहिर्वेदन कहते हैं। बहिर्वेदन प्रक्रम के लिए मूल रूप से धातु का स्वरूप रोल किये हुए बिलेट के समान होता है। यह क्रिया इस्पात व लौह धातुओं पर सफलतापूर्वक की जा सकती है। इसमें जटिल से जटिल आकृति भी तैयार की जा सकती है। बहिर्वेधन छड़ें 5 से 200 mm व्यास तक की व ट्यूब 800 mm भीतरी व्यास तक की होती है। यह दो प्रकार की होती है।

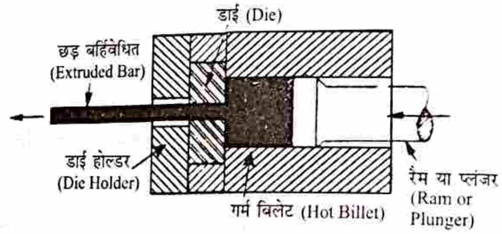
(i) प्रत्यक्ष बहिर्वेदन

(ii) अप्रत्यक्ष बहिर्वेदन

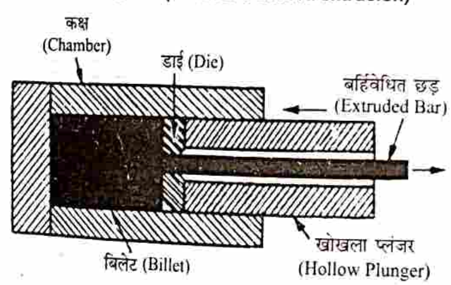
प्रत्यक्ष बहिर्वेदन के अनुसार धातु बिलेट को गर्म करके बहिर्वेदन प्रैस के अन्दर एक कन्टैनर में रख देते हैं। कन्टैनर के एक सिरे पर अपेक्षित आकार की छिद्र वाली डाई बनी रहती है जो डाई होल्डर के सहारे लगी रहती है। दूसरे सिरे से रैम प्रवेश करती है। इस क्रिया के दौरान प्रैस प्लैंजर रैम को बल प्रदान करता है और रैम बिलेट पर दाब लगाता है जिस कारण धातु छिद्र से बलपूर्वक बहने लगती है। इस प्रकार डाई के छिद्र का आकार व माप का उत्पाद तैयार हो जाता है।

(1) अप्रत्यक्ष बहिर्वेदन—इस विधि में डाई एक खोखले रैम के सिरे पर लगी रहती है जो कन्टेनर में प्रवेश करता है। कन्टेनर के अन्दर रैम की गति के दौरान बिलेट पर रैम तथा डाई बल लगाते हैं जिस कारण प्लास्टिक अवस्था में विरूपित धातु डाई छिद्र से निकलकर रैम की गति की विपरीत दिशा में आगे बढ़ती है। इस विधि का प्रयोग एक सीमा तक ही किया जा सकता है क्योंकि इसके लिए जटिल डिजाइन के प्रैस की आवश्यकता होती है।

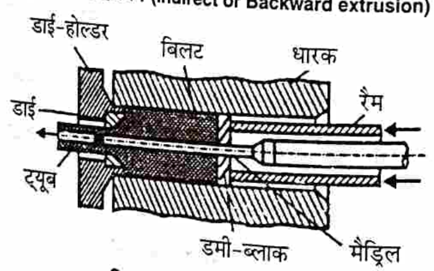
(2) ट्यूब बहिर्वेदन—यह विधि फॉरवर्ड बहिर्वेदन का एक प्रकार है जिसमें एक मैन्ड्रिल का प्रयोग करके उत्पाद में छिद्र बनाया जाता है। सबसे पहले बिलेट तथा डाई के बीच में मैन्ड्रिल का एक निश्चित दूरी तक प्रवेश कराया जाता है जिस कारण डाई छिद्र व मैंड्रिल के बीच में एक छल्लेदार अन्तराल उत्पन्न हो जाता है। फिर प्लैन्जर द्वारा बिलेट पर दाब डाला जाता है, जिसके परिणाम स्वरूप धातु मैन्ड्रिल तथा डाई के खाली स्थान से होकर बाहर निकल जाती है तथा बाहर निष्कासित ट्यूब का बाहरी व्यास डाई छिद्र के व्यास के बराबर तथा आन्तरिक व्यास मैन्ड्रिल के व्यास के बराबर बन जाता है। इनका उपयोग मुख्यत: नलियों के उत्पादन हेतु करते हैं।



प्रत्यक्ष या अग्र बहिर्वेदन (Direct or Forward extrusion)



परोक्ष या पश्च बहिर्वेदन (Indirect or Backward extrusion)

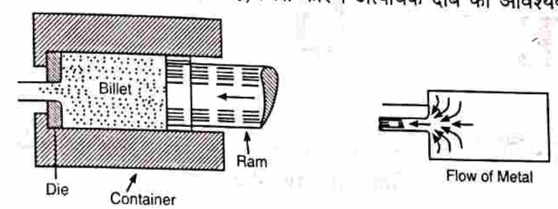


चित्र 64 : ट्यूब बहिर्वेदन

4.4 एक्सट्रूजन प्रक्रम (Extrusion Process)

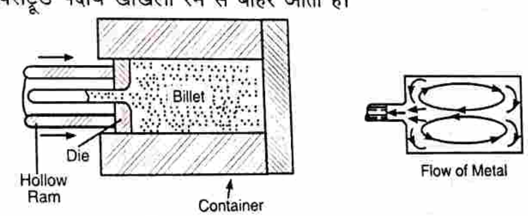
एक्सट्रूजन सर्वाधिक उपयोगी प्रक्रम है। एक्सट्रूजन प्राय: तप्त एवं ठण्डी दोनों अवस्थाओं में किया जा सकता है। इस प्रक्रम में एक विशेष प्रकार की हाइड्रोलिक प्रैस द्वारा दाब डालकर वांछित आकार प्रदान किया जाता है। इस प्रक्रम द्वारा पीतल, ताँबा, एल्युमीनियम इत्यादि धातुओं के विभिन्न प्रकार के ठोस व खोखले सेक्शन बनाते हैं। एक्स्ट्रूजन प्रक्रमों का वर्गीकरण निम्न है—

(1) प्रत्यक्ष अथवा अग्र एक्सट्रूजन (Direct or Forward Extusion)—इस प्रक्रम में धातु के बिलेट को रैम के द्वारा दबाव डालते हुये डाइयों में से पास कराया जाता है। डाइयों का आकार प्राय: वांछित धातु के आकार तथा माप के आधार पर चयनित किया जाता है। प्राय: डाई स्थिर अवस्था में रहती है तथा रैम बिलेट पर दबाव डालती है बिलेट तथा सिलेण्डरों की दीवारों के मध्य अत्यधिक घर्षण होता है, जिस कारण अत्यधिक दाब की आवश्यकता पड़ती है।



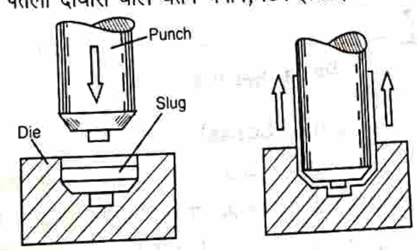
चित्र 65 : Direct or Forward Extrusion

(2) अप्रत्यक्ष अथवा पश्च एक्सट्रूजन (Indirect or Backward Extrusions)—इसमें एक्सट्रूजन में रैम तथा सिलेण्डरों के मध्य घर्षण को कम कर दिया जाता है जिससे कि कम दाब की आवश्यकता रहे। इस प्रक्रिया में प्राय: बिलेट को स्थिर रखकर तथा हाइड्रोलिक प्रैस के रैम द्वारा डाई को आगे बिलेट के विरुद्ध दाब डाला जाता है। प्राय: खोखली रैमों का प्रयोग किया जाता है। एक्सट्रूड पदार्थ खोखली रैम से बाहर आता है।



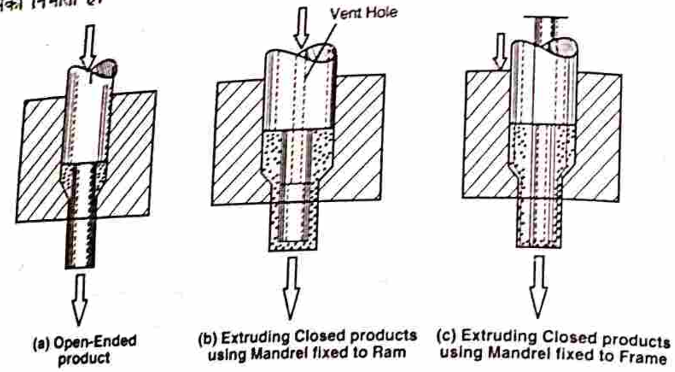
चित्र 66 : Indirect or Backward Extrusion

(3) इम्पैक्ट एक्सट्रूजन (Impact Extrusion)—इस प्रक्रम का प्रयोग आमतौर पर मुलायम तथा तन्य धातुओं का एक्सट्रूजन करने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रिया में एक डाई तथा पंच एसैम्बली का प्रयोग किया जाता है। इसका सर्वाधिक उपयोग काँच उद्योग में काँच की पतली दीवारों वाले बर्तन बनाने, टिन इत्यादि के लिये होता है।



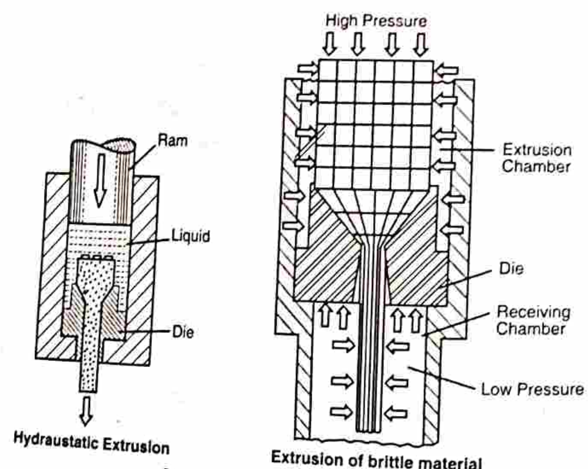
चित्र 67 (a): Impact Extrusion

(4) ट्यूबलर एक्सट्रूजन (Tubular Extrusion)—इस प्रक्रम का उपयोग प्राय: ट्यूबलर सेक्शन बनाने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रम में रैम के साथ एक मैन्ड्रिल का प्रयोग भी किया जाता है। यह मैन्ड्रिल ट्यूब बोर के निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।



चित्र 67 (b) : Tube-Extrusion

(5) हाइड्रोस्टेटिक एक्सट्रूजन (Hydrostatic Extrusion) - इस प्रक्रिया द्वारा हम भंगुर पदार्थ (Brittle Material) को भी एक्सट्रूड कर सकते हैं। हाइड्रोस्टेटिक एक्सट्रूजन प्रक्रम में द्रव को रैम व बिलेट के मध्य भरकर, रैम द्वारा द्रव पर दबाव डालते हैं। द्रव यह दबाव बिलेट पर लगाता है, जिसके द्वारा बिलेट डाई में से पास कर जाता है तथा वांछित जॉब प्राप्त हो जाता है।



चित्र 68 : Hydraulic Extrusion

1.8 मैटल ड्राइंग प्रक्रम (Metal Drawing Process)

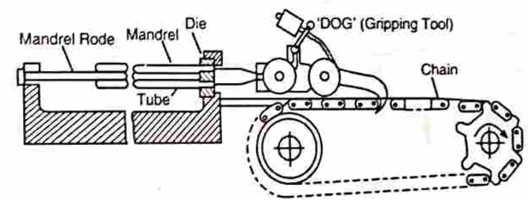
मैटल ड्राइंग प्रक्रम में रॉडों, पाइपों तथा तारों का व्यास कम एवं अधिक करने के लिये उसे अधिक बार डाइयों से निकाला जाता है या पास किया जाता है। इसके लिये एक विशेष प्रकार की मशीन का प्रयोग किया जाता है जिसे ड्रा-बैंच कहा जाता है। सर्वप्रथम तार या रॉड के एक सिरे को स्वेजिंग प्रक्रम द्वारा कम कर लेते हैं ताकि वह डाई में से पास कर सके। फिर

इसको ड्रा बैंच में चल रही चेन या ड्रम के होल में प्लायर की सहायता से अटका देते हैं। डाई के व्यासानुसार ही कार्य खण्ड या जॉब का व्यास बनना प्रारंभ हो जाता है। डाइयाँ प्राय: HCS (High Carbon Steel) या टंगस्टन कार्बाइड की बनायी जाती है क्योंकि इन धातुओं की शॉक सोखने की क्षमता ज्यादा होती है। कभी-कभी कमतर व्यास के लिये डायमंड से निर्मित डाइयों का प्रयोग करते हैं, परन्तु यह बहुत अधिक महँगा प्रक्रम है। डाइयों का ताप कम करने के लिये पानी प्रवाहित कराते हैं तथा घर्षण की मात्रा कम करने हेतु तार, पाइप या रॉड पर एक स्नेहक (Lubricant) का लेप किया जाता है। मैटल ड्राइंग निम्नलिखित प्रकार की होती है—

(1) वायर ड्राइंग प्रक्रम (Wire Drawing Process) - वायर ड्राइंग में वायर को रोल पर लपेटते हैं। वायर ड्राइंग में वायर के सिरे को नुकीला कर, डाई में पिरोकर जबड़े में जकड़ते हैं। इसके बाद जबड़े के तार को डाई में से बाहर खींचकर कर्षण ब्लॉक के ऊपर लपेटा जाता है।

(2) बार ड्राइंग प्रक्रम (Bar Drawing Process) - बार ड्राइंग में पहले छड़ के एक सिरे को नुकीला बनाते हैं, फिर इस सिरे को डाई छिद्रों में डालकर प्लायर के जबड़े में जकड़ा जाता है। यह जबड़े रॉड का विरूपण, न्यूनीकरण व दीर्घकरण कर देते हैं जिससे वांछित माप व आकार की छड़ प्राप्त हो जाती है।

(3) ट्यूब ड्राइंग प्रक्रम (Tube Drawing Process) - इस प्रक्रम में पाइप का बाहरी व्यास बनाने हेतु डाई का प्रयोग करते हैं तथा अंदर का व्यास बनाने हेतु एक विशेष प्रकार का मैन्ड्रल (Mandrel) का प्रयोग करते हैं। मैन्ड्रल को यथा स्थान रखने के लिये एक सरिये से बाँध देते हैं। फिर मैन्ड्रल का डाई के ढाल (Slope) के अनुसार सैट कर लेते हैं ताकि ट्यूब की धातु का बहाव अंदर-बाहर एक साथ हो सके। ट्यूब की दोनों सतहों पर एक विशेष स्नेहक (Lubricant) का प्रयोग करते हैं।



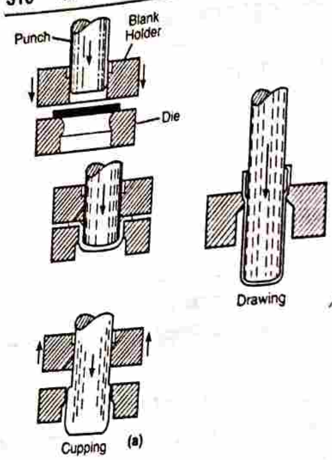
चित्र 69 : Cold Drawing of Tubes by Draw Bench

1.9 प्रैसिंग या प्रैस ड्राइंग प्रक्रम (Pressing or Press Drawing Process)

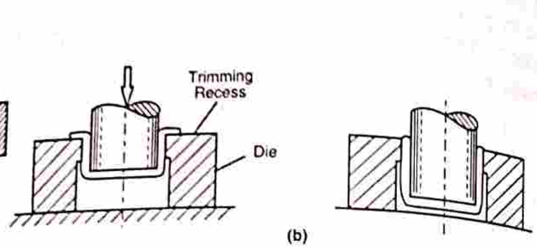
यह प्रक्रिया प्राय: प्रेसों पर की जाती है। यह कर्षण संक्रिया के अन्तर्गत आने वाला प्रक्रम है। इसका उपयोग कप की तरह की वस्तुयें बनाने के लिये होता है। यह निम्न दो भागों में बाँटी गयी है—

(1) डीप ड्राइंग (Deep Drawing) **प्रक्रम**—इस प्रक्रम में मैटल शीट या चादर को एक पंच के द्वारा डाई की अधिकाधिक गहराई तक खींचते हैं। जिस कारण शीट की बाहरी प्रोफाइलो में सिकुडन आ जाती है जिस कारण संपीड़न हूप प्रतिबल (Compressive Hoop Stresses) बल उत्पन्न हो जाते हैं। कभी-कभी यह प्रतिबल बढ़ने के कारण चादर में रिंकल पड़ जाते हैं। रिंकल फ्री रखने के लिये डाई के साथ एक ब्लैंक होल्डर का प्रयोग करते हैं। यदि ड्राइंग अनुपात 1:2 हो तो ब्लैंक होल्डर का प्रयोग नहीं करते। जॉब को पंच से निकालने हेतु डाई के निचले भाग को कुछ बड़ा बनाया जाता है। जिस कारण जॉब उसमें फँस जाता है।

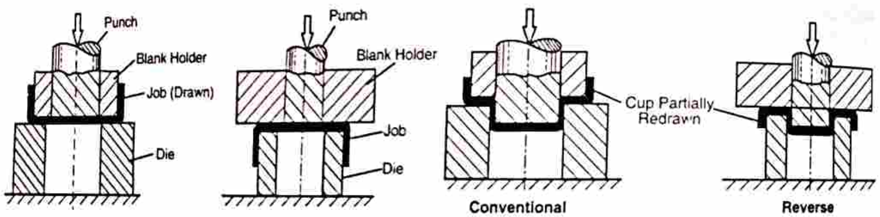
(2) री ड्राइंग प्रक्रम (Redrawing Process)—बड़े जॉब या कार्य खण्डों को एक साथ पूरा करना असम्भव होता है। इस प्रकार की जॉबों को एक से अधिक चरणों में ड्रा करना पड़ता है। एक से अधिक बार ड्राइंग आपरेशन को दोहराना री ड्राइंग कहलाता है।



चित्र 70 (a) : Drawing Operations



चित्र 70 (b) : Action of Trimming Process



चित्र 71 : Redrawing Operations

(iii) प्रैस फॉर्मिंग प्रक्रम (Press Forming Process)—शीट मैटल वर्कशॉप में विभिन्न प्रकार के उपयोगी वस्तुयें जैसे कि वाशर, बर्तन इत्यादि धातु की चादरों से बनाते हैं। इस प्रक्रम के लिये एक विशेष प्रकार की मशीन जिसे प्रैस कहा जाता है, उसका उपयोग किया जाता है। इस प्रक्रम में प्रैस में एक विशेष प्रकार की डाई-पंच एसेम्बली का प्रयोग होता है। मशीन हस्तचलित होती है अर्थात् मशीन को हाथों के द्वारा पावर दी जाती है। इसके द्वारा निम्नलिखित आपरेशन क्रियान्वित किये जा सकते हैं—

(a) पंचिंग	(b) पियर्सिंग	(c) ब्लैंकिंग
(d) नोचिंग	(e) ट्रिमिंग	(f) निबलिंग
(g) लैन्सिंग	(h) स्लीटिंग	(i) एम्बौसिंग
(j) ग्यूरिंग प्रक्रम		

(a) पंचिंग (Punching) : यदि डाइ द्वारा शीट मे से विभाजित किया गया पीस या टुकड़ा स्क्रैप के रूप में बचता है तो इस ऑपरेशन को पंचिंग आपरेशन कहते हैं।

(b) पियर्सिंग (Piercing) : जब किसी शीट में पंच द्वारा एक गोलाकार छिद्र का निर्माण किया जाता है तो यह ऑपरेशन पियर्सिंग कहलाता है।

(c) ब्लैंकिंग (Blanking) : जब डाई पंच द्वारा शीट में से काटा गया भाग उपयोग पदार्थ के रूप में बचे तो उस ऑपरेशन को ब्लैंकिंग कहा जाता है।

(d) नोचिंग (Notching) : जब किसी शीट के किनारों द्वारा किसी विशेष आकृति की चादर को काटकर निकाल दिया जाये तो यह प्रक्रिया नोचिंग कही जाती है।

(e) ट्रिमिंग (Trimming) : जब किसी अवयव अथवा ब्लैंक के किनारों से अतिरिक्त पदार्थ को हटाया जाये तो यह प्रक्रिया ट्रिमिंग कहलाती है।

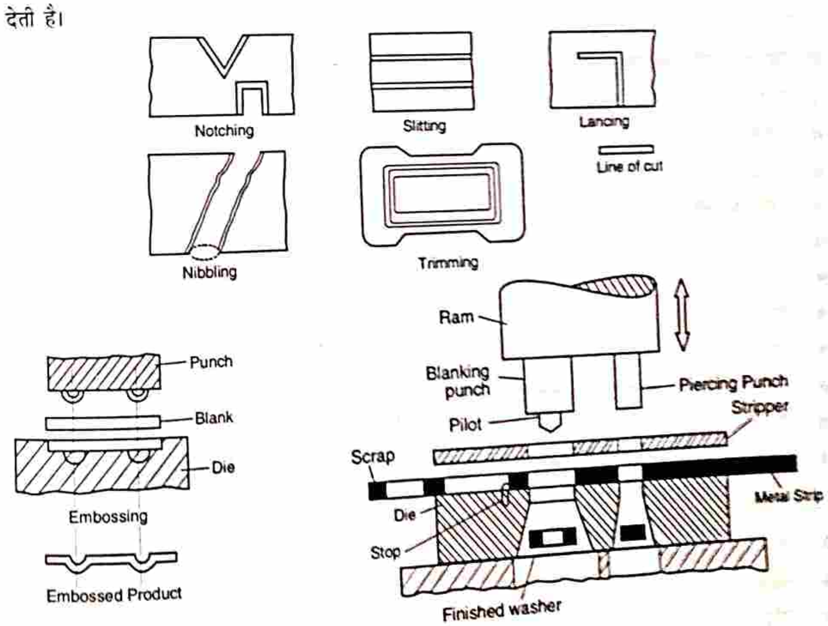
(f) निबलिंग (Nibbling) : इस प्रक्रिया में गोलाकार या त्रिभुजाकार पंच का प्रयोग किया जाता है। शीट को आकृति के अनुरूप खिसकाते रहते हैं जिससे निबलिंग पूर्ण होती है।

(g) लैन्सिंग (Lancing) : जब चादर को तीनों तरफ से काट कर खुले सिरे को मोड़ दिया जाये तो यह प्रक्रिया लैन्सिंग कहलाती है।

(h) स्लिटिंग (Slitting) : इस प्रक्रम में चौड़ी शीटों के रोल को बिना, स्क्रैप बनाये कम चौड़ाई के रोलों में काटा जाये तो यह प्रक्रिया स्लिटिंग कहलाती है। इसके लिये एक विशेष प्रकार की मशीन का प्रयोग करते हैं जिसे स्लिटर (Slitter) कहा जाता है।

(i) एम्बौसिंग (Embossing) : इस प्रक्रिया में अवयव कार्य खण्ड को डाई में रखकर पंच के द्वारा दबाव डालते हैं। डाई का निर्माण तथा चयन पंच के उभार के आधार पर करते हैं। इस प्रक्रिया में कम दाब की आवश्यकता पड़ती है। यह एक प्रकार से ड्राइंग या स्ट्रैचिंग की तरह ही प्रक्रिया है।

(j) ग्यूरिंग प्रक्रम (Guering Process) : इस प्रक्रम का उपयोग धातु की चादरों या शीटों पर हल्की ड्राइंग या फार्मिंग प्रक्रिया करने के लिये किया जाता है। इस प्रक्रम में प्रयुक्त डाई एसेम्बली के एक भाग मे एक असंपीडन रबर के पैड का इस्तेमाल किया जाता है, जो बल लगाकर चादरों में विरूपण उत्पन्न कर देते हैं। यह विशेषता इस प्रक्रम को अन्य प्रक्रमों से भिन्न बना देती है।



चित्र 72 Press Forming Operations

सारांश

प्रेस टूल

धातु चादरों से विभिन्न यान्त्रिक प्रक्रम जैसे नमन, प्ररूपण, कर्तन, छोटन की सहायता से कार्यखण्ड में परिवर्तन के लिए प्रयुक्त टूल, प्रेस टूल कहलाते हैं। प्रेस टूल के मूलत: दो अंग होते हैं—

(i) डाई जो कि विभिन्न प्रकार प्रक्रियाएँ कर सके।

(ii) यन्त्रावली जिसके माध्यम से बल का पारेषण हो।

प्रेस टूल का वर्गीकरण

प्रेस टूल का वर्गीकरण निम्न आधार पर किया गया है—

(i) शक्ति स्रोत के आधार पर
(ii) फ्रेमों की अभिकल्पनाओं के आधार पर
(iii) रैमों की क्रियाशीलता के आधार पर
(iv) अपेक्षित प्रयोजन के आधार पर

शक्ति प्रेस के प्रमुख अंग

प्रमुखअंग निम्नलिखित हैं—

1. आधार
2. बोल्स्टर प्लेट
3. फ्रेम
4. रैम
5. पिटमैन
6. क्रैंक, उत्केन्द्रक या अन्य चालन यन्त्रावली
7. गतिपालक पहिया
8. क्लच
9. ब्रेक

पंच एवं डाई एसेम्बली के प्रमुख भाग

प्रमुख भाग निम्न हैं—

- बोल्स्टर प्लेट
- डाई धारक
- डाई कन्टेनर
- डाई
- पंच
- पंच धारक
- पंच रिटेनर या प्लेट
- निर्देशक खण्ड तथा निर्देशक खण्ड ब्रुश
- विगलक प्लेट
- दाब प्लेट या बैकिंग प्लेट

प्रमुख प्रेस संक्रियाएँ

- प्रेसिंग या स्टैम्पिंग
- ब्लैंकिंग
- पंचिंग

- भेदन
- लघु छिद्रण
- नॉचिंग
- बंकन
- एम्बौसिंग
- बहिर्वेधन
- कर्षण
- सिक्का रूपण
- छिलाई
- कुण्डलन
- कप कर्षण
- प्ररूपण

पंच तथा डाई व्यवस्था पर प्रदान किया गया अवकाश

- साइड छूट (अवकाश)
- कोणीय अवकाश
- प्रिज्मीय अवकाश

प्रेस के डाइयों का वर्गीकरण

1. एकल क्रिया डाई
   (a) कर्तन डाई (b) कर्षण डाई
2. बहु क्रिया वाली डाई
   (a) यौगिक डाई (b) प्रगतिशील डाई (c) संयुक्त डाई

विभिन्न प्रकार की क्रियाओं में प्रयुक्त डाई

1. ब्लैंकिंग क्रिया डाई
   (i) अन्त:पात डाई (ii) व्युत्क्रम डाई
2. बंकन डाई
   (i) वी-बंकन डाई (ii) दाब पैड बंकन डाई (iii) यू-बंकन डाई

प्रश्नावली

1. प्रैस, प्रैस औजार तथा प्रैस कार्य पदों को समझाइए।
   Describe press, press tools and press work.
2. एक शक्ति प्रैस के प्रमुख भागों का संक्षिप्त विवरण दीजिए।
   Describe in short the main parts of power press work.
3. एक प्रेस के चयन हेतु कौन-कौन सी बातें विचारणीय होती हैं? बताइए।
   What are the considerations of selecting a press?

4. प्रैसे डाइयों का वर्गीकरण कीजिए (Classify the press dies)।
5. शक्ति प्रैस पर प्रयोग की जाने वाली पंच तथा डाई एसेम्बली के प्रमुख भागों का वर्णन कीजिए।
   Describe the main parts of punch and die assembly which is used in power press.
6. संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए (Describe in brief)—
   (i) एकल क्रिया डाइयाँ (Single operation dies)
   (ii) बहुक्रिया डाइयाँ (Multiple operation dies)
7. निम्नलिखित डाइयों पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए-
   Briefly describe the following :
   1. ब्लैंकन डाइयाँ (Blanking dies)
   2. बंकन डाइयाँ (Bending dies)
   3. तीखो भेदन डाइयाँ (Piercing dies)
   4. कर्षण डाई (Forming dies)
   5. एकल क्रिया कर्षण डाई (Single action forming dies)
   6. दोहरी क्रिया कर्षण डाई (Double action forming dies)
   7. उत्तरोत्तर डाइयाँ (Progressive dies)
   8. यौगिक डाइयाँ (Compound dies)
   9. संयोजी डाइयाँ (Combination dies)
8. यौगिक डाइयों के प्रमुख लाभ व दोष बताइए।
   Describe the advantages and disadvantages of compound dies.
9. उत्तरोत्तर डाईयों के प्रमुख लाभ व दोष बताइए।
   Describe the advantages and disadvantages of progressive dies.
10. एक स्वच्छ चित्र की सहायता से संयोजी डाई को समझाइए।
   Describe the Compound Die with the help of a clean diagram.
11. उत्तरोत्तर डाई की तुलना में संयोजी डाई को क्यों अच्छा समझा जाता है?
   Why is compound die better than the progressive die?
8. निम्न प्रक्रियाओं का संक्षिप्त वर्णन कीजिए (Describe in breif the following)—
   1. स्टैम्पिंग (Stamping)
   2. ब्लैंकिंग (Blanking)
   3. पंचिंग (Punching)
   4. तीखी भेदन (Piercing)
   5. लघु छिद्रण (Perforating)
   6. नॉचिंग (Notching)
   7. बंकन (Bending)
   8. छोटन (Trimming)
   9. प्ररूपण (Forming)
   10. कप कर्षण (Cupping)
   11. एम्बॉसिंग (Embossing)
   12. कुण्डलन (Curling)
13. प्रेस के चयन के आधार क्या है? व्याख्या कीजिए।
   What are the considerations taken in selecting a press? Describe.

Chapter 5 प्लास्टिक प्रक्रम (Plastic Processing)

5.1 परिचय (Introduction)

आजकल प्लास्टिक एक महत्त्वपूर्ण पदार्थ है क्योंकि इसका प्रयोग इतना व्यापक है कि हम हर जगह हर क्षेत्र में इसके बने हुए सामानों को देख सकते हैं। इसका उपयोग औद्योगिक एवं घरेलू सामानों को बनाने में बहुत अधिक किया जा रहा है। अपने विशिष्ट गुणों के कारण प्लास्टिक का उपयोग निरन्तर बढ़ता जा रहा है। उत्कृष्ट रूप के प्लास्टिक बनाने की विधियों की नयी-नयी खोज एवं विकास कार्यक्रम चल रहे हैं; जिसके आधार पर यह कहा जा सकता है कि भविष्य में प्लास्टिक पदार्थ पर हमारी निर्भरता और बढ़ेगी। प्लास्टिक का उपयोग विभिन्न मशीनों के अंग, कल-पुर्जो, भवन पदार्थ, खेल के सामान, खिलौने, फर्नीचर, ऑटोमोबाइल, मेडिकल तथा अनेक दैनिक उपयोग की वस्तुओं को बनाने में किया जा रहा है।

प्लास्टिक के विशेष गुण

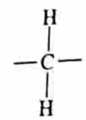
1. मजबूत एवं नम्य (Tough and Flexible)
2. कम घर्षण गुणांक पदार्थ (Low co-efficient of friction)
3. उच्च संक्षारण प्रतिरोधकता (High corrosion resistant)
4. भार में हल्का (Light in weight)
5. उच्च विद्युतरोधक क्षमता (Good insulating capacity)
6. अधिकांश रसायनों का अच्छा प्रतिरोधक (Good resistance to most chemicals)
7. वायुमण्डल से अप्रभावित (Unaffected by atmosphere)
8. नमी, तेल एवं ग्रीस से अप्रभावित (Unaffected by moisture, oils and grease)
9. ऊष्मा का कुचालक (Bad conductor of heat)
10. रंगीन एवं पारदर्शी (Colourful and transparent)
11. घिसाव प्रतिरोधी (Wear resistance)
12. आकर्षक एवं सस्ता (Good looking and cheap)
13. टिकाऊ एवं वेल्ड करने लायक (Durable and weldable)
14. अधिक समय तक चलने वाला (Longer life)
15. मोल्डिंग की योग्यता (Can be moulded)
16. अनुनादहीनता (Non-resonance)
17. आसानी से विनिर्माण योग्य (Can be fabricated easily)

5.2 बहुलक या पॉलिमर्स (Polymers)

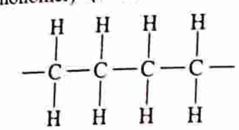
प्लास्टिक एक ऐसा पदार्थ है जिसमें कार्बनिक पॉलिमर एक मुख्य अवयव के रूप में होता है। पॉलिमर उच्च आणविक भार (high molecular weight) के पदार्थ हैं। ये छोटे-छोटे अणुओं के एक साथ मिलने से बनते हैं तथा इनको आवश्यकतानुसार विभिन्न प्रकार की आकृतियों में, यान्त्रिक या रासायनिक विधियों द्वारा परिवर्तित किया जा सकता है। इन अणुओं को एक साथ संयोजित करने की प्रक्रिया को बहुलीकरण (polymerization) कहते हैं। ये बहुलक अधिकांशत:

सामान्य तापमान पर ठोस आकृति में रहते हैं। अत: बहुलीकरण (polymerization) की प्रक्रिया के द्वारा लम्बे चेन प्रारूपी अणुओं की प्राप्ति होती है जिनमें कार्बन और हाइड्रोजन मुख्य रूप से विद्यमान रहते हैं।

छोटे-छोटे अणुओं को एकलक (monomer) कहा जाता है। एक एकलक (monomer) की बनावट जो कार्बन और हाइड्रोजन से मिलकर बनी है, निम्नवत् है—



उपरोक्त में दो हाइड्रोजन के अणु कार्बन से मिले हैं जिसके पास कभी भी और बॉण्ड बनाने के लिए दो जगह रिक्त हैं। बहुलक प्रक्रिया में बहुत से एकलक (monomer) एक साथ मिलकर लम्बी चेन बनाते हैं, जैसा कि नीचे प्रदर्शित है।



उपरोक्त चेन बहुत लम्बी हो सकती है जिसमें 1000 से भी अधिक एकलक (monomer) की संख्या हो सकती है। प्रथम एवं अन्तिम एकलक (monomer) के रिक्त बॉण्ड को हाइड्रोजन अणुओं के साथ जोड़ते हैं जिससे कि चेन खत्म हो जाती है और एक बहुलक की प्राप्ति होती है जो कि सामान्य ताप पर स्थिर ठोस आकृति में रह सकता है। इस बहुलक को हम C_nH_{2n+2} से लिख सकते हैं। उपरोक्त प्रकार से बनाये गये बहुलक को पॉलीथिलीन (Polyethylene) कहते हैं। इसी प्रकार विभिन्न प्रकार के विशिष्ट गुणों वाले बहुलक (Polymer) अत्यधिक ताप एवं दाब के द्वारा प्राप्त किये जा सकते हैं। शुद्ध बहुलकों को सामान्यत: प्रयोग हेतु बनाने के लिए इनमें कुछ यौगिक पदार्थ (additive materials) का मिश्रण किया जाता है तथा इन्हें एक निश्चित प्रकार के प्लास्टिक के नाम से जाना जाता है।

5.3 प्लास्टिक का वर्गीकरण (Classification of Plastics)

प्लास्टिक को दो वर्गों में विभाजित किया जा सकता है—

1. थर्मोसेटिंग प्लास्टिक (Thermosetting plastic)
2. थर्मोप्लास्टिक (Thermoplastic)

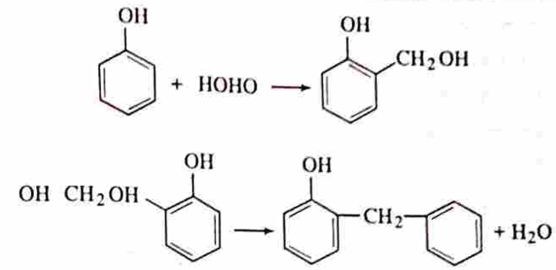
1. थमोसेटिंग प्लास्टिक

इस प्रकार के प्लास्टिक ऐसे बहुलकों (polymers) द्वारा निर्मित होते हैं जिन्हें गर्म करने एवं दाब प्रदान करने पर उनमें कुछ रासायनिक प्रक्रियायें शुरू हो जाती हैं जिनके कारण वे दृढ़ हो जाते हैं और फिर इनको गर्म करके या किसी रासायनिक प्रक्रिया द्वारा बदला नहीं जा सकता है। इन प्लास्टिकों में दृढ़ता, ताप सहने योग्य तथा कड़ेपन के गुण विद्यमान होते हैं। इन प्लास्टिकों में इच्छानुसार और गुण विकसित किये जा सकते हैं यदि इनके साथ कुछ रासायनिक विशिष्ट योगज (additive) पदार्थों को इनके साथ बहुलीकरण की प्रक्रिया करते समय मिला दिया जाये।

कुछ थर्मोसेटिंग प्लास्टिक निम्नवत् हैं—

(a) फिनोल फॉर्मेल्डिहाइड (Phenol formaldehyde)—ये सामान्य तरीके से अधिक प्रयोग की जाने वाली प्लास्टिक की श्रेणी में आते हैं। यह प्लास्टिक फिनोल (phenol) और फार्मेल्डिहाइड (formaldehyde) के बहुलीकरण (polymerization) प्रक्रिया द्वारा प्राप्त किया जाता है।

फिनोल फिर अल्कोहल से 150°C पर मिश्रित होता है।



उपरोक्त प्रक्रिया लगभग 3 घंटे में पूरी होती है। इस प्रकार से प्राप्त उत्पाद में बहुत मजबूती, दृढ़ता, टिकाऊपन तथा बिजली एवं ताप की कुचालकता के गुण विद्यमान होते हैं। इन प्लास्टिक का प्रयोग बैंकलाइट शीट, विद्युत उत्पाद जैसे स्विच, कैबिनेट इत्यादि, टेलीविजन के खोल, हत्थे, डाई, घिरनियाँ आदि बनाने के लिए किया जाता है।

(b) फिनोल फरफरोल्डीहाइड (Phenol Furfuroldehyde)—फरफरोल्डीहाइड की प्राप्ति सल्फ्यूरिक अम्ल की क्रिया कुछ कृषि द्वारा प्राप्त बेकार पदार्थों जैसे धान की भूसी, गन्ने की खोई आदि से कराकर की जा सकती है। फिनोल तथा फरफरोल्डीहाइड के बहुलीकरण (polymerization) द्वारा कुछ अन्य पूरक पदार्थों को मिलाकर जो प्लास्टिक तैयार किया जाता है उसे फरफरोल्डीहाइड प्लास्टिक कहा जाता है। मुख्यत: यह काले रंग का होता है जो उच्च तापमान सहने के साथ ही विद्युत एवं नमी का अच्छा प्रतिरोध भी करता है। इन प्लास्टिक का उपयोग ब्रेक लाइनर, बिजली के सामान, यन्त्रों के खोखे, कैबिनेट आदि में किया जाता है। इन प्लास्टिक का उपयोग आसंजकों (adhesives) एवं बंधक (binding) पदार्थ के रूप में भी किया जाता है।

(c) यूरिया फॉर्मेल्डिहाइड (Urea Formaldehyde0—अमोनिया गैस एवं कार्बन डाइऑक्साइड के मिश्रण को दाब एवं गर्म करके यूरिया प्राप्त किया जाता है। यूरिया फार्मेल्डीहाइड नामक एक प्लास्टिक यूरिया तथा फार्मेल्डीहाइड के बहुलीकरण (polymerization) से बनता है। इस प्लास्टिक की प्रकाश परागमन की क्षमता अधिक होती है। इसलिए इसका प्रयोग प्रकाश के उपकरण, लैंस, लैम्प इत्यादि बनाने में अधिक होता है। इस ढलाईशाला में कोर बनाने के लिए बन्धक पदार्थ में प्रयोग किया जाता है। चूँकि यह प्लास्टिक तल एवं ग्रीस के द्वारा किसी प्रकार से प्रभावित नहीं होता है इसलिए इसको ऑटोमोबाइल उपकरणों के बनाने, विद्युत स्विच एवं घड़ियों के डायल बनाने में प्रयोग किया जाता है।

(d) मेलामीन फॉर्मेल्डिहाइड (Melamine Formaldehyde)—यह प्लास्टिक मेलामीन एवं फॉर्मेल्डिहाइड के बहुलीकरण से प्राप्त होता है। व्यापारिक नाम मिलमैक, मिलैनटीन, कैलटिन सब इसी प्लास्टिक के हैं। इसमें उच्च आघात प्रतिरोध, उच्च ऊष्मा प्रतिरोध, उच्च सामर्थ्य, उच्च कठोरता तथा उच्च परावैद्युत सामर्थ्य (high dielectric strength) होती है। इसको विभिन्न रंगों में उत्पादित किया जा सकता है। यह 40° ताप सहने योग्य होता है। इसका प्रयोग परिपथ वियोजक (circuit breakers), लैम्प परावर्तक (lamp reflector), स्विचगियर आदि बनाने में किया जाता है।

(e) इपॉक्साइड (Epoxides)—इपॉक्साइड, एपीक्लोरोहाइड्रिन एवं बिसफिनोल (bisphenol) के बहुलीकरण (polymerization) द्वारा प्राप्त किया जाता है। एरल्डाइट एक सामान्य इपोक्साइड है जो कि काँच, धातु आदि को चिपकाने में प्रयोग किया जाता है। इसका प्रयोग जिग्स एवं स्थापकों, विद्युत अंगों के कक्षों, डाइयों तथा औजारों में किया जाता है। इसमें उत्तम रासायनिक व वैद्युत प्रतिरोध होता है। इसमें संकचन भी कम होता है।

(f) सिलिकॉन (Silicones)—इन प्लास्टिकों में विभिन्न गुणों का संयोग परिलक्षित होता है। ये थर्मोसेटिंग प्लास्टिक हैं जो कि अत्यधिक तापक्रम लगभग 250° सहने में सक्षम है। इनका प्रयोग स्नेहक तेल, जल प्रतिकर्षकों (Water repellent) के रूप में किया जाता है। पेंट, फोम उत्पाद, उच्च तापरोधक (insulation) के निर्माण में भी इनका प्रयोग होता है।

कुछ थर्मोसेटिंग प्लास्टिक उत्पाद एवं इनके प्रयोग निम्नलिखित हैं—

1. इपॉक्साइड—लैम्प होल्डर, विद्युत उपकरण
2. फेनालिक्स—लैम्प, फ्यूज बॉक्स
3. पॉलीयूरेथेन—ठोस टायर, रोलर
4. अनसेचुरेटेड पॉलिएस्टर—कार की बॉडी, पाइप
5. अल्काइड—सर्किट ब्रेकर, स्विच गियर
6. अकीलिक्स—परावर्तक
7. एमिनोज—क्रॉकरी
8. फ्यूरॉन—फर्श की चद्दर, गोल्ड बॉक्स
9. विनाइल एस्टर—टंकी, पाइप

थर्मोप्लास्टिक (Thermoplastic)

थर्मोप्लास्टिक वे प्लास्टिक हैं जो 140°–150° पर गर्म करने के पश्चात् नरम हो जाते हैं और ठण्डा होने पर पुनः कठोर हो जाते हैं। इन्हें गर्म करके तथा दाब देकर किसी भी आकृति में बनाया जा सकता है। इनके आकारों में दाब एवं ताप के प्रभाव से कई बार बदला जा सकता है। बार-बार गर्म करने पर इनमें कोई रासायनिक परिवर्तन नहीं होते हैं। ऐसे प्लास्टिक के विशेष गुण होते हैं कि इन्हें बार-बार दूसरी आकृतियों में पिघलाकर परिवर्तित किया जा सकता है। इस प्लास्टिक से बने टूटे-फूटे सामानों को दोबारा पिघलाकर नये सामान बनाये जा सकते हैं।

कुछ विशेष थर्मोप्लास्टिक निम्न हैं—

1. सेलुलोज नाइट्रेट $(C_6H_{10n}O_5(NO_3)_n$ —यह कपास के बीजों (cotton seeds) पर सल्फ्यूरिक एसिड तथा नाइट्रिक एसिड की प्रतिक्रिया कराने पर प्राप्त होता है। सेलुलोज नाइट्रेट को कपूर एवं रंग प्रदान करने वाले पदार्थों के साथ मिलाकर मोल्ड में दबाते हैं जिससे रंगीन पारदर्शी प्लास्टिक की चद्दर की प्राप्ति होती है जो पानी से अप्रभावित होते हैं और मजबूत होते हैं। इन प्लास्टिकों पर मशीन क्रियाएँ भी की जा सकती हैं जिससे इनको निश्चित आकार में लाया जा सकता है। सेलुलोज नाइट्रेट से बनी मुख्य चीजें हैं—सेट-स्क्वायर, स्लाइड रूल, पेन, चश्मे के फ्रेम, टेबल टेनिस बॉल, टूथब्रश इत्यादि।

2. सेलुलोज एसिटेट—यह कपास के बीजों को एसेटिक एसिड तथा एसेटिक एनहाइड्राइड के घोल में डुबोकर सल्फ्यूरिक एसिड को उत्प्रेरक के रूप में प्रयोग करके प्राप्त किया जाता है। इनमें यान्त्रिक गुण बहुत अच्छे होते हैं। इनको प्लास्टीसाइजर एवं रंग प्रदान करने वाले पदार्थ के साथ मिलाकर स्थिरता एवं रंग प्रदान किया जाता है। इन प्लास्टिक की क्षमता पानी सोखने की होती है। ये प्लास्टिक विद्युत के कुचालक होते हैं। इनका प्रयोग मुख्य रूप से स्टीयरिंग व्हील, हैण्डल, खिड़कियाँ, रेडियो अंग तथा संगीत वाद्य यन्त्र आदि तैयार करने के लिए किया जाता है। विभिन्न प्रकार के खोल, बिजली के तार के आवरण, खिलौने आदि के लिए भी इनका प्रयोग होता है।

3. पॉलीस्टिरीन (Polystyrene)—पॉलीस्टिरीन बेंजीन एवं एथिलीन से प्राप्त स्टेरीन के बहुलीकरण से प्राप्त होता है। इसके पानी को सोखने की कम क्षमता होती है। इस प्रकार के प्लास्टिक का उपयोग लेंस, टी०वी० एवं फ्रिज के इन्सुलेटर बनाने में होता है।

4. पॉलीथीन—ये प्लास्टिक इथलीन गैस द्वारा प्राप्त होती है।

$$n(CH_2 = CH_2)_n \xrightarrow{200\text{ atm } 200°C} [—CH_2 — CH_2—]$$

ये प्लास्टिक बहुत मजबूत एवं लचकदार होती है, जिनको दाब संकचन, अन्तःक्षेपण संकचन (injection moulding), बहिर्बेधन संकचन (extrusion moulding) में प्रयोग किया जाता है। इनका प्रमुख उपयोग प्लास्टिक के डिब्बे, प्लास्टिक के खोल, पैकिंग, पाइप, ट्यूब आदि बनाने में किया जाता है। ये पानी, अम्ल एवं क्षारीय पदार्थों से अप्रभावित रहते हैं।

5. विनाइल प्लास्टिक (Vinyl Plastic) पॉलीविनाइल क्लोराइड (Polyvinyl Chloride, PVC)—यह ऐसा उत्पाद है जिसको क्लोराइड एवं एसिटेट को मिलाकर बनाया गया है। यह हल्का, मजबूत, पानी से अप्रभावित, रसायनों से अप्रभावित, न सिकुड़ने वाला तथा दृढ़ होता है। ये विद्युत के अच्छे कुचालक हैं। इनका उपयोग पाइप, टोंटी, तार के खोल, रेनकोट, पैकिंग पदार्थ आदि बनाने के लिए किया जाता है।

6. पर्सपेक्स (Perspex)—ये सबसे उत्कृष्ट प्लास्टिक है, जो यूरिया प्लास्टिक की चद्दर से बना है। ये भार में हल्के, पारदर्शी व मजबूत होते हैं जिनको काटा, छेदा या अन्य मशीनन द्वारा परिष्कृत किया जा सकता है। इनको विभिन्न रंगों में उत्पादित किया जा सकता है। ये मुख्यतः चद्दर के रूप में होते हैं जिनसे छतों का निर्माण किया जा सकता है।

पदार्थ जो प्लास्टिक के गुणों को बढ़ाते हैं—

1. उत्प्रेरक (Catalyst)—ये ऐसे पदार्थ हैं जिनका प्रयोग प्लास्टिक उत्पादन की प्रक्रिया में बहुलीकरण की प्रक्रिया को तीव्रता प्रदान करने के लिए किया जाता है। चूना, लिथार्ज, सफेद जिंक आदि कुछ ऐसे पदार्थ हैं जिनका प्रयोग बहुलीकरण की प्रक्रिया को तेज करना तथा उत्पादित प्लास्टिक को तीव्रता से जमा देने के लिए होता है।

2. सुघट्यक (Plasticizers)—ये ऐसे पदार्थ हैं जिनका प्रयोग प्लास्टिक उत्पादन में इस उद्देश्य से किया जाता है कि उसमें चीमड़पन (toughness) बढ़ जाये, लचीलापन आ जाये, सिकुड़ने की प्रक्रिया न हो तथा बाहरी आकृति परिष्कृत हो जाये तथा ताप एवं आर्द्रता सहने योग्य हो जाये। सामान्य प्रकार से प्रयोग किए जाने वाले सुघट्यक हैं—कपूर, ईस्टर ऑफ ओलिक एसिड, ट्राइफिनाइल फॉस्फेट इत्यादि।

3. स्तरित पूरक पदार्थ (Laminated Fillers)—स्तरित पूरक पदार्थ का प्लास्टिक में प्रयोग इसलिए किया जाता है कि इसकी लागत कम हो सके, सिकुड़न कम हो सके तथा दृढ़ता एवं स्थायित्व बढ़ सके। सामान्यतः प्रयोग में लाये जाने वाले पूरक पदार्थ लकड़ी, कागज, ग्रेफाइट, चॉक इत्यादि हैं।

4. वर्णक (Pigment)—प्लास्टिक में वर्णक मिलाने का उद्देश्य इसे रंगीन बनाता है जिससे कि यह सुन्दर दिखे। कभी-कभी वर्णक पूरक पदार्थ का कार्य भी करते हैं। कुछ वर्णक जिनका सामान्यतः प्रयोग किया जाता है, वे हैं—जिंक ऑक्साइड (zine oxide) तथा बेराइट्स (barytes) इत्यादि।

5. स्नेहक (Lubricants)—प्लास्टिक उत्पादों के निर्माण में प्रयोग किये जाने वाले साँचों की सतह पर स्नेहक का प्रयोग किया जाता है जिससे कि निर्मित उत्पाद साँचे की सतह से चिपके नहीं। स्नेहक लगाने से साँचे में से उत्पाद निकालने में आसानी होती है। सामान्य प्रयुक्त होने वाले स्नेहक ग्रेफाइट, मोम एवं साबुन हैं।

5.4 प्लास्टिक का संकचन

प्लास्टिक का संकचन विभिन्न प्रकार की वांछित आकृतियों को प्राप्त करने के लिए किया जाता है। संकचन प्रक्रिया के लिए दाब एवं ताप उत्पन्न किया जाता है जिसकी मात्रा का चुनाव प्लास्टिक पदार्थ के अनुसार किया जाता है जिससे कि बनने वाले उत्पाद का भौतिक गुण, विमायें तथा उत्कृष्टता आवश्यकतानुरूप बने रहें।

संकचन विधियाँ निम्न प्रकार की होती हैं—

सामान्यतः थर्मोसेटिंग प्लास्टिक के लिए—

1. सम्पीडर संकचन (Compression moulding)
2. अन्तरण संकचन (Transfer moulding)

सामान्यतः थर्मोप्लास्टिक के लिए—

3. अन्तःक्षेपण संकचन (Injection moulding)
4. बहिर्बेधन संकचन (Extrusion moulding)

1. सम्पीडन संकचन (Compression Moulding)—संपीडन संकचन प्रक्रिया में एकलक (Monomers) को पहले किसी अन्य प्रक्रिया द्वारा अर्धरूप बहुलक (polymer) में परिवर्तित किया जाता है, तत्पश्चात् अर्ध-परिवर्तित बहुलक

(polymer) को गर्म संकचन बॉक्स में रखा जाता है, जहाँ डाई के माध्यम से विभिन्न प्रकार की आकृतियाँ दाब के कारण उत्पन्न की जाती हैं। तापमान तथा दाब के कारण प्लास्टिक से रासायनिक प्रक्रिया शुरू होती है जिसके कारण उनके अणुओं में क्रॉस यौगिक बॉण्ड उत्पन्न होते हैं जिनसे बनाये जाने वाले उत्पाद में स्थिरता एवं कठोरता विकसित होती है। बड़े कार्यखण्डों को तैयार करने के लिए सम्पीडन संकचन का प्रयोग थर्मोसेटिंग प्लास्टिक एवं थर्मोप्लास्टिक दोनों के लिए समान रूप से किया जा सकता है। लेकिन छोटे कार्यखण्डों के लिए यह प्रक्रिया केवल थर्मोसेटिंग प्लास्टिक के लिए उपयुक्त होती है।

ताप की आवश्यकता 150°C–190°C

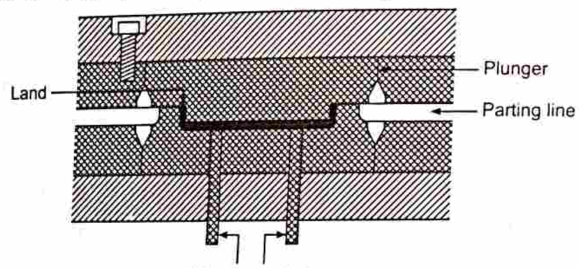
दाब की आवश्यकता 130–540 kg/cm^2

समय 1–15 मिनट

संकचन प्रक्रिया की चार विधियाँ होती हैं—

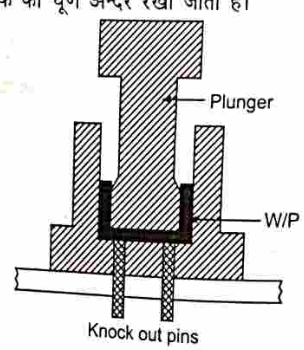
1. फ्लैश टाइप 2. पॉजिटिव टाइप 3. लैण्डेड पॉजिटिव टाइप 4. सेमी-पॉजिटिव टाइप

1. फ्लैश टाइप (Flash Type)—इसकी साधारण बनावट के कारण इसका सबसे अधिक प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया से वांछित आवश्यकता से अधिक पदार्थ एक पतली चद्दर के रूप में उत्पाद के साथ निकलता है जिसे काटकर अलग कर दिया जाता है। इससे बने उत्पाद का घनत्व एवं मोटाई वांछित के बहुत नजदीक होती है।



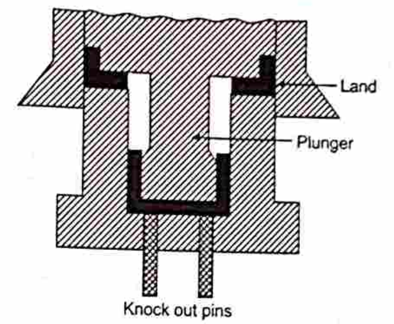
चित्र 5.1

2. पॉजिटिव टाइप (Positive Type)—इस प्रक्रिया द्वारा बनाये जाने वाले उत्पाद बहुत गहरे होते हैं और इसमें प्रयोग किये जाने वाला प्लन्जर इस प्रकार से दबाता है कि कुछ बचा हुआ पदार्थ ही बाहर आ पाता है। इससे लगभग उसी भार का सामान तैयार होता है जितना कि प्लास्टिक का चूर्ण अन्दर रखा जाता है।



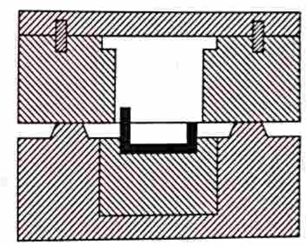
चित्र 5.2

3. लैण्डेड पॉजिटिव टाइप (Landed Positive Type)—इस प्रकार की संकचन प्रक्रिया वही है जो पॉजिटिव टाइप संकचन प्रक्रिया में है; केवल अन्तर यही है कि प्लन्जर को निश्चित स्थान पर रोकने के लिए रोक (stopper) लगे रहते हैं जिससे कि प्लन्जर निश्चित स्थान पर रुक सके, जिससे कि वांछित मोटाई की तैयार कार्यखण्ड मिल सके।



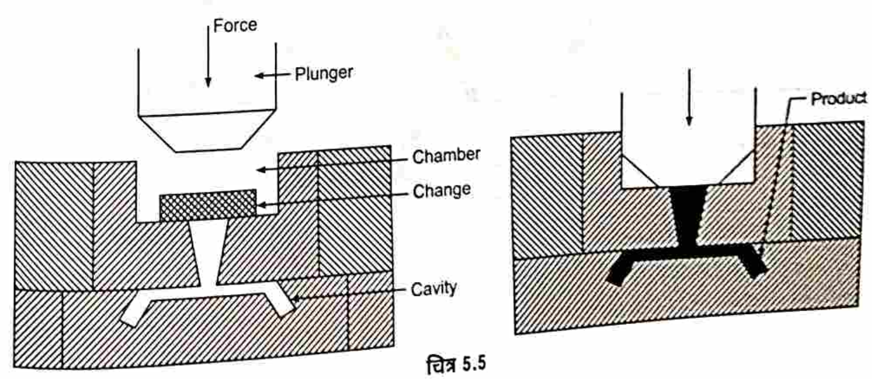
चित्र 5.3

4. सेमी-पॉजिटिव टाइप (Semi-positive Type)—यह फ्लैश एवं पॉजिटिव लैण्डेड टाइप का संयुक्त रूप है। पंच एवं चैम्बर के मध्य व्याप्त जगह कार्यखण्ड की मोटाई को निर्धारित करती है।



चित्र 5.4

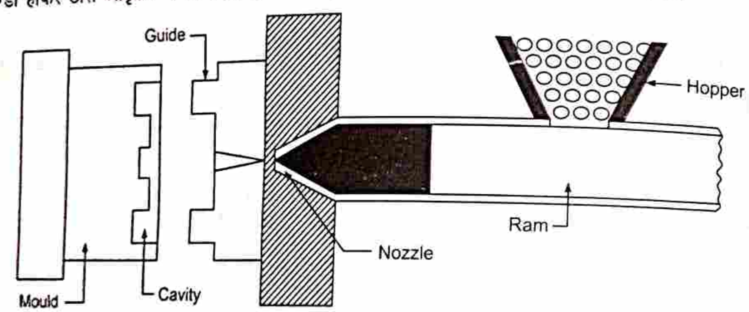
5. अंतरण संकचन (Transfer Moulding)—यह एक स्पीडन संकचन का विकसित रूप है। सामान्यतः थर्मोसेटिंग मोल्डिंग पाउडर को यौगिक के साथ एक अलग कोश (chamber) में मिलाते हैं। इस प्रकार की मोल्डिंग प्रक्रिया मोटे कार्यखण्डों की प्राप्ति के लिए की जाती है। इस प्रक्रिया में तैयार किया गया चार्ज एक चैम्बर में रखा जाता है, जहाँ से यह अत्यधिक दाब के कारण एक गुहिका में प्रवेश करता है। दाब के कारण इसके तापमान में वृद्धि होती है। गुहिका में प्रवेश करने पर यह गुहिका की आकृति प्राप्त करता है एवं ठण्डा होने पर ठोस आकृति में से अधिक जुड़े हुए पदार्थ को अलग कर दिया जाता है। कार्यखण्ड को बाहर निकालने के लिए निर्धारित स्थान पर पिन लगाने की व्यवस्था रहती है।



चित्र 5.5

6. अन्तःक्षेपण संकचन (Injection Moulding)—इन्जेक्शन मोल्डिंग प्रक्रिया सामान्यतः थर्मोप्लास्टिक से सामानों को बनाने के लिए प्रयोग की जाती है क्योंकि थर्मोप्लास्टिक गर्म करने पर लचीला हो जाता है एवं ठण्डा करने पर पुनः सख्त हो जाता है। गर्म एवं ठण्डा करके इसको लचीला एवं सख्त बनाने की प्रक्रिया बार-बार दोहराई जा सकती है क्योंकि ऐसा करने पर थार्मोप्लास्टिक के भौतिक गुणों में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

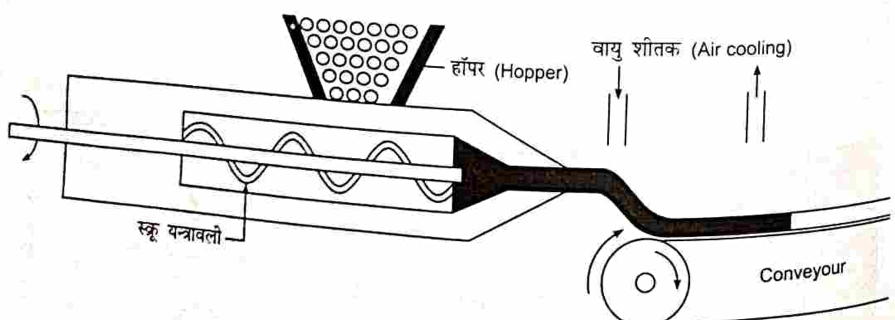
जैसा कि चित्र में नीचे प्रदर्शित है, मोल्डिंग के लिए प्रयोग किये जाने वाले प्लास्टिक के दाने को एक हॉपर में भरते हैं जहाँ से इसके एक भरण यन्त्रावली द्वारा एक गर्म सिलिण्डर में भेजने की व्यवस्था रहती है। निर्धारित प्लास्टिक दानों की मात्रा जो कि मोल्ड को पूरी तरह से भर सके, इस सिलिण्डर में आती है। सिलिण्डर में लगे हुये रैम के द्वारा प्लास्टिक दानों को आगे बढ़ाया जाता है जहाँ से ये एक नॉजल के अन्दर से होते हुए मोल्ड बॉक्स में स्थानान्तरिक होते हैं। दाब और ताप के कारण प्लास्टिक के दाने नर्म हो जाते हैं और आगे मोल्ड में जाकर उसकी गुहिका के अन्दर विस्थापित हो जाते हैं। मोल्ड में विस्थापित पदार्थ ठण्डा होकर ठोस आकृति में परिवर्तित हो जाता है, जहाँ से इसे बाहर निकाल लिया जाता है।



चित्र 5.6

थर्मोप्लास्टिक की इस विधि से मोल्डिंग करने के लिए सिलिण्डर में लगभग 180°–280°C ताप की आवश्यकता होती है। अधिकांशतः मोल्ड को ठण्डा करने के लिए उसके फ्रेम के चारों तरफ ठण्डे पानी का प्रवाह करते हैं।

7. बहिर्वेधन संकचन (Extrusion Moulding)—यह एक सतत् प्रक्रिया है जिसमें पॉलीमर चूर्ण को एक स्क्रू स्थानान्तरण (screw transfer) यन्त्रावली द्वारा एक सिलिन्डर में भेजा जाता है। पिघले हुए प्लास्टिक को एक डाई के मध्य से बाहर निकाला जाता है। इस प्रक्रिया को सतत् बनाने के लिए प्लास्टिक के छर्रें, जिनको कि विभिन्न प्रकार के यौगजों को मिलाकर बनाया गया है, एक हॉपर में रख दिये जाते हैं। प्लास्टिक पदार्थ की निश्चित मात्रा स्क्रू स्थानान्तरण यन्त्र की सहायता से आगे बढ़ती रहती है, जिस दौरान यह विद्युत, तेल, गैस या भाप के माध्यम से गर्म की जाती है जिससे यह पिघलने की स्थिति में आ जाती है।

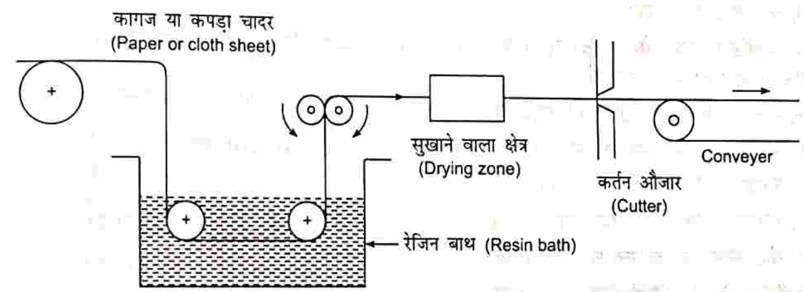


चित्र 5.7

बहिर्वेधन संकचन द्वारा विभिन्न प्रकार की आकृतियाँ ट्यूब, खोखले पाइप, रॉड या विभिन्न आकृतियों की चद्दरें प्राप्त की जा सकती हैं। डाई से बाहर निकलने के पश्चात् इसको एक ठण्डे क्षेत्र (cooling zone) से पास किया जाता है जिससे कि गर्म प्लास्टिक ठण्डा होकर दृढ़ हो जाये। इस विधि में प्रारम्भिक लागत कम होती है तथा सतत् प्रक्रिया होने से उत्पादन अधिक एवं नियन्त्रत होता है।

5.5 स्तरित चद्दर प्ररूपण प्रक्रम (Laminated Sheet Forming Process)

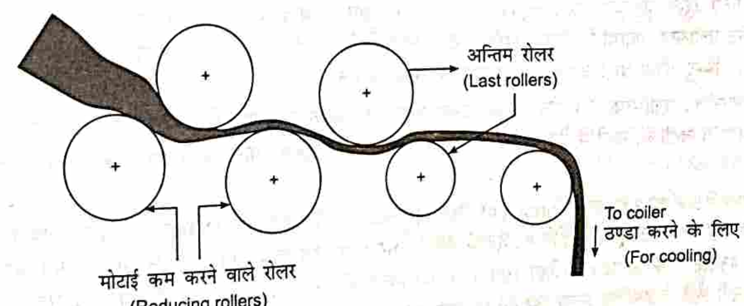
प्रलेपित प्लास्टिक की चद्दरों को प्राप्त करने के लिए इस प्रक्रिया का प्रयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया में कागज की चद्दरें, ऐस्बेस्ट्स, लकड़ी के बुरादे, रासायनिक फैब्रिक को पहले रेज़िन द्वारा लेपित करते हैं एवं इसको दाब एवं ताप प्रदान किया जाता है। फिनोल, मेलामाइन, यूरिया एवं सिलिकॉन सामान्यतः प्रयोग किये जाने वाले रेज़िन हैं। पहले रेज़िन पदार्थ को घोलकर रज़िन घोल तैयार किया जाता है। इस घोल से फेब्रिक पेपर को डुबोकर पास किया जाता है, तत्पश्चात् इसे एक सुखाने वाले क्षेत्र में ले जाया जाता है जहाँ यह सूखता है और कड़ी चद्दर के रूप में प्लास्टिक चद्दर प्राप्त हो जाती है। इन चद्दरों को किसी द्रव चलित यन्त्र द्वारा काट लिया जाता है।



चित्र 5.8

5.6 चादर प्ररूपण प्रक्रम (Sheet Forming Process)

पी०वी०सी० (P.V.C.) से बने चादरों को एक प्रक्रिया जिसे कैलेण्डरिंग (calendering) कहते हैं, के द्वारा बनाया जाता है। इस प्रक्रिया में पॉलीमर में आवश्यक यौगजों एवं सुघट्यकारी (plasticizer) को मिलाया जाता है और फिर इस मिश्रण को गर्म करते हैं एवं रूक्ष चादर का निर्माण करते हैं। इन रुक्ष चद्दरों को पुनः रोलर की श्रृंखला (series of rollers) से पास किया जाता है जिससे इनकी मोटाई धीरे-धीरे कम होती जाती है एवं चद्दरों की सतह परिष्कृति होती जाती है। अन्तिम रोलर से पास होने पर यह चद्दर आवश्यक मोटाई एवं चिकनी सतह वाली चद्दर के रूप में प्राप्त हो जाती है। अन्तिम रोलर को आवश्यक



चित्र 5.9

मोटाई प्राप्त करने हेतु पहले से ही उचित दूरी पर रखा जाता है। इन रोलर से निकलने के पश्चात् चद्दरों को ठण्डा करने वाले क्षेत्र से गुजारा जाता है जिससे कि चद्दर पुनः दृढ़ हो जाये।

5.7 प्लास्टिक का मशीनन (Machining of Plastic)

प्लास्टिक के उत्पाद सामान्यतः संकचन प्रक्रियाओं द्वारा बनाये जाते हैं लेकिन कभी-कभी कुछ उत्पादों को बनाने के लिए विभिन्न प्रकार की मशीनन क्रियाएँ भी करनी पड़ती हैं। इन मशीनन प्रक्रियाओं द्वारा उत्पाद बनाने की प्रक्रिया सरल एवं मितव्ययी हो सकती है तथा समय की भी बचत हो सकती है। मशीनन की सामान्य प्रक्रियाओं का ही प्लास्टिक के उत्पाद बनाने में प्रयोग किया जाता है।

प्लास्टिक पदार्थ की मशीनन क्रिया करते समय कुछ विशेष ध्यान रखना आवश्यक है—

1. मशीनन करते समय बहुत अधिक ताप के द्वारा प्लास्टिक का आकार परिवर्तित हो सकता है।
2. प्लास्टिक के मशीनन के लिए तीक्ष्ण कर्तन औजार प्रयोग किये जाने चाहिएँ।
3. कट छोटे होने चाहिएँ।
4. प्लास्टिक पदार्थ के मशीनन के लिए उन्हीं औजारों का प्रयोग किया जाना चाहिए जो नर्म धातुओं जैसे ताँबा, ऐल्यूमिनियम के लिए प्रयोग होता है।
5. पानी में घुलनशील शीतक का प्रयोग करना चाहिए।
6. प्लास्टिक जिनमें अपघर्षी पदार्थ हों, उनमें कटाई गति सामान्यतः कम होनी चाहिए।
7. स्तरीय प्लास्टिक का मशीनन अधिक गति पर किया जाना चाहिए।
8. सीमेन्टेड कारबाइड औजार द्वारा प्लास्टिक के उत्पादन में बहुत अच्छे परिणाम प्राप्त होते हैं।
9. काष्ठ शिल्प औजार एवं धातु शिल्प औजारों के प्रयोग किये जाते हैं।

प्लास्टिक पदार्थ के लिए मुख्य मशीनन प्रक्रियायें—

(a) प्लास्टिक की बेधन (Drilling of plastic)
(b) प्लास्टिक का खरादन (Turning of plastic)
(c) प्लास्टिक का टेपण (Tapping of plastic)
(d) प्लास्टिक की बैण्ड चिराई (Band sawing of plastic)
(e) प्लास्टिक का परिवेधन (Reaming of plastic)

(a) प्लास्टिक का वेधन (Drilling of Plastic)—प्लास्टिक में वेधन करने के लिये बड़े आकार (oversize) के छेद किये जाने चाहिए क्योंकि प्लास्टिक पदार्थ के नम्य होने के कारण उसमें फैलने की सम्भावना बनी रहती है। इपॉक्सी प्लास्टिक पदार्थों के लिए खुले नालीदार बरमे (open fluted drill) जिनका बिन्दु कोण 118° रहता है, अधिक उपयुक्त रहते हैं। पॉलीकार्बोनेट प्लास्टिक पदार्थों के लिए 140° बिन्दु कोण वाले ड्रिल औजार का उपयोग करते हैं एवं अन्य प्लास्टिक पदार्थों के लिए 90° बिन्दु कोण वाले औजार का प्रयोग किया जा सकता है।

पॉलीकार्बोनेट प्लास्टिक में मशीनन करते समय भरण दर अधिक रखी जाती है जबकि अन्य प्लास्टिक पदार्थों के लिए यह दर कम रखी जाती है। पानी में घुलनशील शीतक तेल प्लास्टिक का बेधन करते समय प्रयोग किये जाते हैं जिससे कि ताप उत्पन्न न होने पाये।

(b) प्लास्टिक का खरादन (Turning of Plastic)—सख्त प्लास्टिक पदार्थ का आसानी से खरादन किया जा सकता है जबकि ऐसे प्लास्टिक जो मुलायम होते हैं, उनको खरादन भरण दर कम करके एवं कटाई की गहराई कम करके, किया जा सकता है। प्लास्टिक के खरादन के लिए 100–180 मी०/मिनट की कटाई दर रखी जाती है। प्लास्टिक पदार्थ धातु की तरह बहुत दृढ़ नहीं होते हैं इसलिए इनके खरादन के लिए ऐसे कटिंग औजार का प्रयोग किया जाता है जिनका अवकाश कोण

10°–15° तक हो तथा इनका रैक कोण धनात्मक 10°–20° हो। खरादन प्रक्रिया के लिए औजार बिट का प्रयोग उचित होता है। परिष्कृत कटाई के लिए अल्प भरण दर वाले वक्राकार नासिका वाले औजार प्रयोग किये जाते हैं।

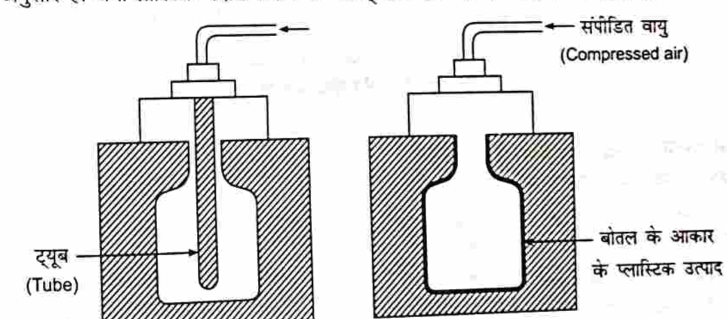
(c) प्लास्टिक का टेपण (Tapping of Plastic)—टेपण एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें एक छेद के अन्दर चूड़ियाँ काटते हैं। टेपण प्रक्रिया करने में टेपण सेट का प्रयोग करते हैं। इस प्रक्रिया में रुक्ष चूड़ियाँ काटी जाती हैं। चूड़ी काटते समय कटाई गति सामान्यतः अधिक रखी जाती है, जिससे कि अधिक कर्तन बल उपज सके और प्लास्टिक पदार्थ के किनारों पर कोई मुड़ने की प्रक्रिया न हो।

(d) प्लास्टिकों की बैण्ड चिराई (Band Sawing of Plastic)—बैण्ड चिराई के लिए ऐसी आरी प्रयोग करते हैं जिसमें बट्रेस दाँत कटे रहते हैं। इस प्रक्रिया में लगभग 300 मी०/मिनट से 800 मी०/मिनट की कटाई दर प्रयोग करते हैं। पतली प्लास्टिक की चद्दरों को छोटे आकार के दाँतों से काटते हैं तथा मोटी प्लास्टिक की चद्दरों को काटने में रुक्ष दाँतों वाली आरी का प्रयोग करते हैं। कटाई करते समय भरण दर अधिक होनी चाहिए जिससे कि प्लास्टिक आरी से चिपकने न पाये।

(e) प्लास्टिकों का परिवेधन (Reaming of Plastic)—प्लास्टिक पर परिवेधन करने की प्रक्रिया कभी-कभी ही करने की आवश्यकता होती है। इसके लिए नालीदार रीमर प्रयोग किये जाते हैं। इसके द्वारा आन्तरिक व्यास की परिशुद्धतापूर्ण माप तैयार की जा सकती है। बड़े व्यास के बने गोलाकार छेद में एकल विन्दु औजार का प्रयोग किया जा सकता है।

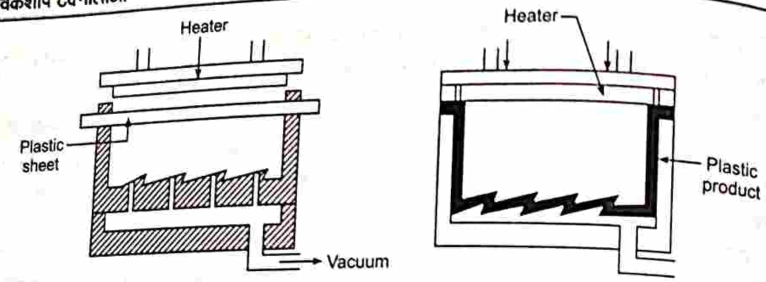
5.8 प्लास्टिकों की अन्य प्रक्रमण विधियाँ (Other Processing Methods of Plastic)

1. वात संकचन (Blow Moulding)—यह एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें खोखले सामान जैसे बोतल आदि का उत्पादन किया जा सकता है। इस प्रक्रिया द्वारा केवल थर्मोप्लास्टिक द्वारा विभिन्न प्रकार के खोखले उत्पाद बनाये जा सकते हैं। थर्मोप्लास्टिक की निश्चित मात्रा को पहले गर्म करके ट्यूब के रूप में एक द्विविभाजित मोल्ड बॉक्स में पहुँचाया जाता है। ट्यूब प्राप्त करने के लिए थर्मोप्लास्टिक के दानों को गर्म करके बहिर्वेधन प्रक्रिया का प्रयोग किया जाता है। प्लास्टिक के इस ट्यूब में वायुदाब दिया जाता है जिससे यह नर्म प्लास्टिक एक गुब्बारे की तरह मोल्ड बॉक्स में फैलती है। मोल्ड बॉक्स के अन्दर की आकृति के अनुसार ही थर्मोप्लास्टिक पदार्थ फैलने के पश्चात् ठंडा होने पर रूप ग्रहण कर लेती है।



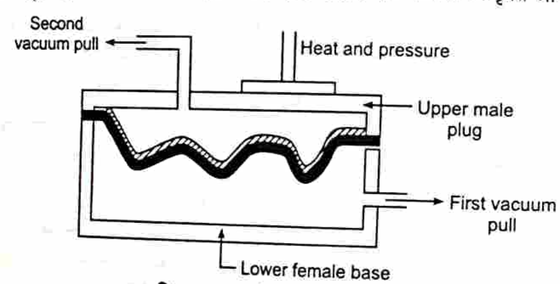
चित्र 5.10 : वात संकलन

2. निर्वात प्ररूपण (Vacuum Forming)—साँचे के बने खाली स्थान के ऊपर प्लास्टिक की चादर को खींचकर तान देते हैं और फिर इसको गर्म करते हैं। इसके पश्चात् चादर और साँचे के बीच की वायु को चूषण क्रिया द्वारा निकाल दिया जाता है। निर्वात् पैदा होने पर चादर साँचे की आन्तरिक दीवार के साथ चिपक कर वांछित आकृति ग्रहण कर लेती है। इस प्रक्रिया द्वारा दुरुह प्रवृत्ति के उत्पाद आसानी से बनाये जा सकते हैं। इस प्रक्रिया में डाई एवं अन्य औजार सस्ते होते हैं। सौन्दर्य प्रसाधनों के खोल, बाटलर नाव, गर्म बोतलें आदि इस प्रक्रिया द्वारा बनाई जाती हैं।



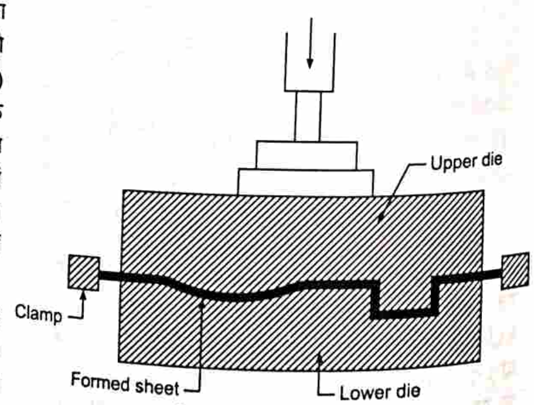
चित्र 5.11 : निर्वात प्ररूपण

3. स्नैप पश्च प्ररूपण (Snap Back Forming)—यह प्रक्रिया भी निर्वात प्ररूपण प्रक्रिया की तरह ही है। इस प्रक्रिया में प्लास्टिक की चादर को तान कर मोल्ड के खाली स्थान के ऊपर कसकर रखते हैं और गर्म करते हैं। फिर चादर के नीचे वाले खाली स्थान से थोड़ी वायु निकालकर आंशिक निर्वा पैदा करते हैं जिससे कि चादर में आंशिक प्ररूपण हो जाये। चादर के ऊपर वाले भाग को नर प्लग कहा जाता है जिसके द्वारा एक निश्चित दाब लगाया जाता है एवं यहाँ से भी वायु को निकाल कर निर्वात् उत्पन्न करते हैं। चद्दर इस प्रकार से नीचे एवं ऊपर दोनों सतहों पर वांछित आकृति प्राप्त कर लेती है।



चित्र 5.12 : स्नैप पश्च प्ररूपण

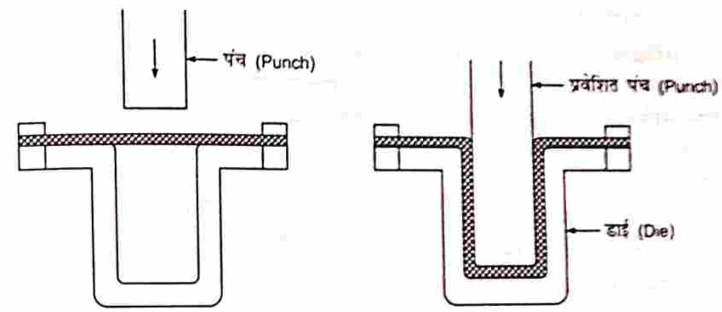
4. दाब प्ररूपण (Pressure Forming)—जैसा चित्र में प्रदर्शित है, एक गर्म प्लास्टिक की चद्दर को दो डाई, मादा डाई (female die) तथा नर डाई (male die) के मध्य क्लैम्प की सहायता से खींचकर तानते हैं। इसके पश्चात् इस चादर पर नर डाई (male die) द्वारा दाब लगाया जाता है जिसके फलस्वरूप यह चादर नर एवं मादा डाइयों के मध्य खाली स्थान में प्ररूपित हो जाती है। इस प्रक्रिया में निर्वात् उत्पन्न करने की आवश्यकता नहीं पड़ती है।



चित्र 5.13 : दाब प्ररूपण

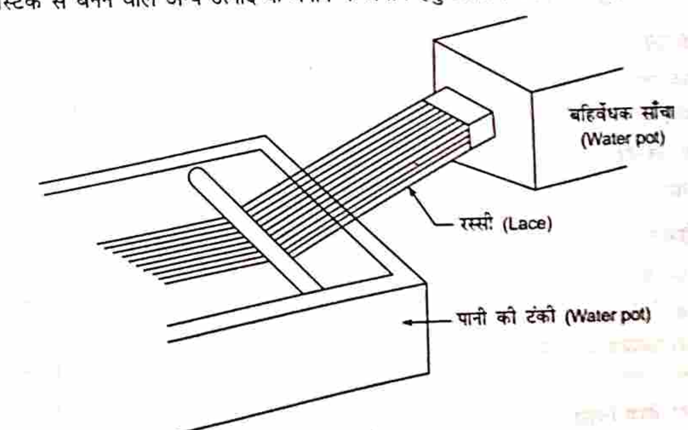
5. कर्षण प्ररूपण (Draw Forming)—यह प्रक्रिया धातुओं के लिए प्रयोग की जाने वाली धातु गहन कर्षण प्रक्रिया जैसी ही है। इस प्रक्रिया में प्लास्टिक की चद्दर को स्थापक प्लेट के माध्यम से एक डाई के ऊपर रखा जाता है। गर्म होने के कारण प्लास्टिक नरम हो

जाती है। एक पंच औजार के द्वारा प्लेट पर दाब बल लगाया जाता है जिसके परिणामस्वरूप पंच डाई में प्रवेश करता है और प्लास्टिक को भी अन्दर की तरफ धकेलता है। प्लास्टिक पदार्थ खिंचकर डाई एवं पंच के मध्य खाली स्थान में बंधकर वांछित आकृति ग्रहण कर लेता है। थोड़ा ठंडा होने के पश्चात् कार्यखण्ड को बाहर निकालते हैं और ऊपर के कोरों पर से अवांछित पतले प्लास्टिक के टुकड़ों को काटकर अलग कर देते हैं।



चित्र 5.14 : कर्षण प्ररूपण

6. कणिका उत्पादन (Granule Production)—प्लास्टिक के छोटे-छोटे टुकड़ों के उत्पादन के लिए इस प्रक्रिया का उपयोग किया जाता है। पॉलीमर को योगजों (additives) के साथ मिलाकर बहिर्वेधक (extruder) में डालते हैं। बहिर्वेधक में इनको गर्म किया जाता है तथा अत्यधिक दाब देकर एक-कोशिक आकृति वाली डाई (capillary shaped die) से बलपूर्वक गुजारा जाता है। इस डाई से बाहर आने पर यह रस्सी (lace) के आकार में प्राप्त होता है जिसे जल भरे हुये बर्तनों में ठण्डा किया जाता है। इन रस्सियों को छोटे-छोटे टुकड़ों में काटकर एक ही आकार के टुकड़े तैयार किये जाते हैं, जिनको बोरियों में पैक करके प्लास्टिक से बनने वाले अन्य उत्पाद के बनाने के प्रयोग हेतु उपयोग करने के लिए भेज दिया जाता है।



चित्र 5.15 : कणिका उत्पादन

सारांश (Summary)

प्लास्टिक—प्लास्टिक एक ऐसा पदार्थ है जिसमें कार्बनिक पॉलिमर एक मुख्य अवयव के रूप में होता है।

पॉलिमर—पॉलिमर उच्च आणविक भार के पदार्थ हैं। ये छोटे-छोटे अणुओं के साथ मिलने से बनते हैं तथा इनको आवश्यकतानुसार विभिन्न प्रकार की आकृतियों में, यान्त्रिक या रासायनिक विधियों द्वारा परिवर्तित किया जा सकता है।

प्लास्टिक का वर्गीकरण—इन्हें दो वर्गों में विभाजित किया गया है—

(i) थर्मोसेटिंग प्लास्टिक (ii) थर्मोप्लास्टिक

(i) थर्मोसेटिंग प्लास्टिक—यह ऐसे बहुलकों द्वारा निर्मित होते हैं जिन्हें गर्म करने एवं दाब प्रदान करने पर उनमें कुछ रासायनिक प्रक्रियाएँ शुरू हो जाती हैं, जिनके कारण वे दृढ़ हो जाती हैं और फिर इनको गर्म करके या किसी रासायनिक प्रक्रिया द्वारा बदला नहीं जा सकता है।

उदाहरण —फिनोल फार्मेल्डिहाइड
—फिनोल फारफरेल्डिहाइड
—यूरिया फॉर्मेल्डिहाइड
—मेलामीन फार्मेल्डिहाइड
—इपाक्साइड
—सिलिकॉन

(ii) थर्मोप्लास्टिक—थर्मोप्लास्टिक वे प्लास्टिक है जो 140°–150° पर गर्म करने के पश्चात् नरम हो जाते हैं और ठण्डा होने पर पुनः कठोर हो जाते हैं। इन्हें गर्म करके तथा दाब देकर किसी भी आकृति में बनाया जा सकता है।

उदाहरण —सेलुलोज नाइट्राइट —विनाइल प्लास्टिक
—सेलुलोज एसिटेट —पर्सपेक्स
—पालीस्टिरीन —पालीथीन

प्लास्टिक का संकचन

1. संपीडन संकचन
2. अन्तरण संकचन
3. अन्तःक्षेपण संकचन
4. बहिर्वेधन संकचन

प्लास्टिक का मशीनन

प्रमुख विधि निम्न हैं—
—प्लास्टिक का वेधन
—प्लास्टिक का खरादन
—प्लास्टिक का टेपण
—प्लास्टिक की बैण्ड चिराई
—प्लास्टिक का परिवेधन

प्लास्टिकों की अन्य प्रक्रमण विधियाँ—

(i) वात संकचन (ii) निर्वात संकचन (iii) स्नैप पश्त प्ररूपण
(iv) दाब प्ररूपण (v) कर्षण प्ररूपण (vi) कणिका उत्पादन

प्रश्नावली

1. प्लास्टिक की उपयोगिता का वर्णन करें।
Describe the uses of plastic.
2. प्लास्टिक का वर्गीकरण करें एवं संक्षिप्त में समझाइए।
(Classify plastics and describe them in short.
3. प्लास्टिक में कौन-से गुण होते हैं? व्याख्या करें।
What are the properties of plastic? Describe.
4. बहुलक (polymers) क्या है? व्याख्या करें।
What are polymers? Describe.
5. प्लास्टिक के पाइप बनाने की विधि का वर्णन करें।
How the pipes of plastic are manufactured?
6. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए—
Describe in short :
1. पूरक पदार्थ (Fillers) 2. स्नेहक (Lubricants) 3. वर्णक (Pigments)
4. सघट्यक (Plasticizers) 5. विलायक (Solvents)
6. स्थायित्वकारी (Stabilizers)
7. कठोरीकारक (Hardener) 8. उत्प्रेरक (Catalyst)
7. सम्पीडन संकचन विधि का वर्णन करें।
Describe compression moulding.
8. अंतःक्षेपण संकचन की व्याख्या करें।
Describe enjection moudling.
9. प्लास्टिक पर मशीनन करने की विधियों का वर्णन कीजिए।
Describe the methods for machining of plastic.
10. निम्न पर टिप्पणी लिखिए—
Write notes on the following :
(a) पालिएस्टर्म (Polyesters)
(b) यूरिया फार्मेल्डीहाइड (Urea formaldehyde)
(c) फिनोल फार्मेल्डीहाइड (Phenol formaldehyde)
(d) इपॉक्साइड (Epoxide)
(e) सिलिकोन्स (Silicones)
11. प्लास्टिक उत्पाद के गुण विकास हेतु मिलाये जाने वाले संकुचन यौगिक (moulding compounds) का वर्णन करें।
Describe about the moulding compounds which are mixes with plastics to enhance its properties.
12. बहिर्वेधन संकचन (Extrusion Moulding) की व्याख्या करें।
Describe extrusion moulding process.
13. चादर प्ररूपण प्रक्रम को समझाइए।
Describe sheet forming process.
14. निर्वात प्ररूपण प्रक्रिया को समझाइए।
Describe vacuum forming process

Chapter 6 प्रयोगात्मक कार्य (Practical Work)

वेल्डन (Welding)

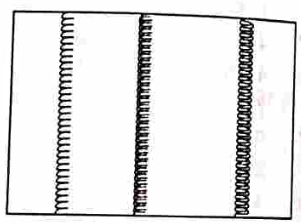
अभ्यास-1

उद्देश्य (Object)

मृदु इस्पात की प्लेट पर विद्युत आर्क वेल्डिंग विधि द्वारा सीधी लाइनों का अभ्यास करना।

सामग्री एवं औजार (Material and Tools)

मृदु इस्पात की प्लेट, वेल्डिंग मशीन, इलेक्ट्रोड, चिपिंग हैमर, तार ब्रश, इलेक्ट्रोड होल्डर, सड़सी, भू-सम्पर्क केबिल, क्लैम्प, एप्रन, मुख परिरक्षक, दस्ताने, इत्यादि।



चित्र 1

कार्यविधि (Working Method)

1. सबसे पहले मृदु इस्पात की प्लेटों को लेकर साफ करते हैं।
2. प्लेटों पर कई सीधी रेखायें खींच लेते हैं या निशान लगा लेते हैं।
3. इलेक्ट्रोड होल्डर में इलेक्ट्रोड को लगाते हैं तथा भू-सम्पर्क केबिल को कार्यखण्ड से जोड़ देते हैं।
4. अब वेल्डिंग मशीन को स्टार्ट करके उसमें प्रवाहित धारा को चेक कर लेते हैं तथा वांछित धारा पर मशीन को सेट कर देते हैं।
5. बायें हाथ से मुख परिक्षक तथा दाँये हाथ से इलेक्ट्रोड होल्डर को पकड़ करके तथा आर्क (arc) उत्पन्न करके आर्क को बनाये रखते हुये आगे से पीछे की तरफ वेल्डिंग करते हुये लाइन बनाते जाते हैं।
6. यह क्रिया प्रत्येक लाइन पर करते हैं तथा सीधी वेल्डिंग का अभ्यास करते हैं।
7. अब वेल्डिंग मशीन को बन्द कर देते हैं।
8. तत्पश्चात् चिपिंग हैमर द्वारा स्लैग को हटाकर तार ब्रश द्वारा साफ कर लेते हैं।

सावधानियाँ (Precautions)

1. शरीर की सुरक्षा हेतु सुरक्षा प्रसाधनों का प्रयोग अवश्य करना चाहिये।
2. वेल्डिग मशीन में सही धारा का चयन करना चाहिए।
3. वेल्डिंग करते समय मुख परिरक्षक, वेल्डिंग चश्मा, वेल्डिंग दस्ताने व एप्रन का प्रयोग निश्चित तौर पर करना चाहिए।
4. वेल्डिंग गति एकसमान होनी चाहिए।
5. वेल्डिंग से पहले धातु प्लेटों की सफाई अवश्य कर लेनी चाहिये।
6. वेल्डिंग के पश्चात् जोड़ों से स्लैग को हटा देना चाहिए।

अभ्यास-2

उद्देश्य (Object)

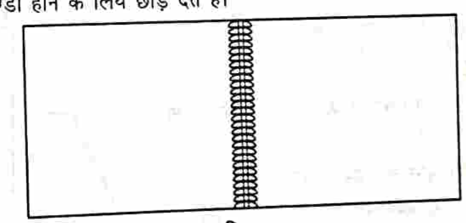
मृदु इस्पात की दो प्लेटों को विद्युत आर्क वेल्डिंग विधि से बट जोड़ बनाना।

सामग्री एवं औजार (Material and Tools)

मृदु इस्पात की प्लेट, वेल्डिंग मशीन, इलेक्ट्रोड, चिपिंग हैमर, तार ब्रश, इलेक्ट्रोड होल्डर, सड़सी, भू-सम्पर्क केबिल, क्लैम्प, एप्रन, मुख परिरक्षक, दस्ताने इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. सबसे पहले मृदु इस्पात की प्लेटों को लेकर साफ करते हैं।
2. उन प्लेटों के जोड़े जाने वाले किनारों को ठीक तरह से तैयार कर लेते हैं (Edge Preparation)।
3. इलेक्ट्रोड होल्डर में इलेक्ट्रोड को लगाते हैं तथा भू-सम्पर्क केबिल को कार्यखण्ड से जोड़ देते हैं।
4. वेल्डिंग मशीन को स्टार्ट करके उसमें प्रवाहित धारा को चेक करके सही धारा पर मशीन को सेट कर लेते हैं।
5. अब जोड़ी जाने वाली प्लेटों के बीच 1 mm (लगभग) का गैप (gap) रखते हुये कोरों को सेट कर लेते हैं।
6. वेल्डिंग क्रिया आरम्भ करते समय सबसे पहले दोनों प्लेटों के बीच थोड़ी दूरी पर टाँका लगाकर प्लेटों को चेक कर लेते हैं।
7. सही पाये जाने पर या प्लेटों को सही ढंग से सेट कर लेने के पश्चात् पूरे जोड़ पर आगे से पीछे की तरफ वेल्डिंग क्रिया करते हैं एवं एक बीड बनाते हैं।
8. अब प्लेटों को पलटकर दूसरी तरफ भी वेल्डिंग करते हैं।
9. अब वेल्डिंग मशीन को बन्द कर देते हैं।
10. तत्पश्चात् चिपिंग हैमर द्वारा स्लैग को हटाकर तार ब्रश से साफ कर लेते हैं।
11. कार्यखण्ड को ठण्डा होने के लिये छोड़ देते हैं।



चित्र 2

सावधानियाँ (Precautions)

1. शरीर की सुरक्षा हेतु सुरक्षा प्रसाधनों का प्रयोग अवश्य करना चाहिये।
2. वेल्डिंग मशीन में सही धारा का चयन करना चाहिए।
3. वेल्डिंग करते समय मुख परिरक्षक, वेल्डिंग चश्मा, वेल्डिंग दस्ताने व एप्रन का प्रयोग निश्चित तौर पर करना चाहिए।
4. वेल्डिंग गति एकसमान होनी चाहिए।
5. वेल्डिंग से पहले धातु प्लेटों की सफाई अवश्य कर लेनी चाहिये।
6. वेल्डिंग के पश्चात् जोड़ों से स्लैग को हटा देना चाहिए।

अभ्यास-3

उद्देश्य (Object)

मृदु इस्पात की प्लेटों से 'T' जोड़ बनाना।

सामग्री एवं औजार (Material and Tools)

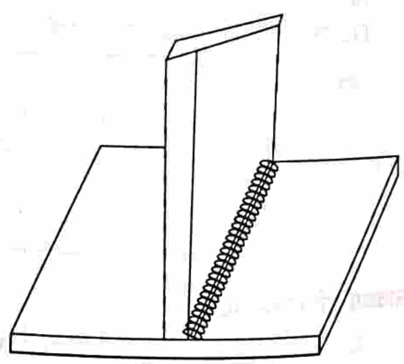
मृदु इस्पात की प्लेट, वेल्डिंग मशीन, इलेक्ट्रोड, चिपिंग हैमर, तार ब्रश, इलेक्ट्रोड होल्डर, सड़सी, भू-सम्पर्क केबिल, क्लैम्प, एप्रन, मुख परिरक्षक, दस्ताने, इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. सबसे पहले मृदु इस्पात की प्लेटों को लेकर साफ करते हैं।
2. उन प्लेटों के जोड़े जाने वाले किनारों को ठीक तरह से तैयार कर लेते हैं (Edge Preparation)।
3. इलेक्ट्रोड होल्डर में इलेक्ट्रोड को लगाते हैं तथा भू-सम्पर्क केबिल को कार्यखण्ड से जोड़ देते हैं।
4. वेल्डिंग मशीन को स्टार्ट करके उसमें प्रवाहित धारा को चेक करके सही धारा पर मशीन को सेट कर लेते हैं।
5. जोड़े जाने वाली प्लेटों को T-आकार बनाते हुये एक-दूसरे के ऊपर रखकर सेट कर लेते हैं।
6. वेल्डिंग क्रिया आरम्भ करते समय सबसे पहले दोनों प्लेटों के जोड़ वाले स्थानों पर कुछ दूरी पर टाँका लगाकर प्लेटों के बीच 90° के कोण को गुनिया द्वारा चेक कर लेते हैं।
7. सही पाये जाने पर या प्लेटों को सही ढंग से सेट कर लेने के पश्चात् पूरे जोड़ पर आगे से पीछे की तरफ वेल्डिंग क्रिया करते हैं एवं एक बीड बनाते हैं।
8. अब प्लेटों को पलटकर दूसरी तरफ भी वेल्डिंग करते हैं।
9. अब वेल्डिंग मशीन को बन्द कर देते हैं।
10. तत्पश्चात् चिपिंग हैमर द्वारा स्लैग को हटाकर तार ब्रश से साफ कर लेते हैं।
11. कार्यखण्ड को ठण्डा होने के लिये छोड़ देते हैं।

सावधानियाँ (Precautions)

1. शरीर की सुरक्षा हेतु सुरक्षा प्रसाधनों का प्रयोग अवश्य करना चाहिये।
2. वेल्डिंग मशीन में सही धारा का चयन करना चाहिए।
3. वेल्डिंग करते समय मुख परिरक्षक, वेल्डिंग चश्मा, वेल्डिंग दस्ताने व एप्रन का प्रयोग निश्चित तौर पर करना चाहिए।
4. वेल्डिंग गति एकसमान होनी चाहिए।
5. वेल्डिंग से पहले धातु प्लेटों की सफाई अवश्य कर लेनी चाहिये।
6. वेल्डिंग के पश्चात् जोड़ों से स्लैग को हटा देना चाहिए।



चित्र 3

अस्थाई बन्धन (Temporary Jointing)

अभ्यास-1

उद्देश्य (Object)

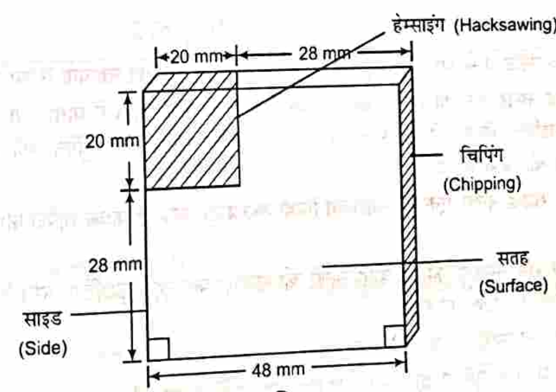
फाइलिंग, चिपिंग एवं हेक्साइंग का अभ्यास करना।

सामग्री और औजार (Material and Tools)

एम० एस० फ्लैट 50 × 50 × 6 mm, बेंच वाइस, हेक्साफ्रेम-ब्लेड के साथ 30 cm, फाइल-फ्लैट बास्टर्ड डबल कट 30 cm, फाइल-फ्लैट स्मूथ डबल कट 30 cm, फ्लैट चिजल 25 cm, जेनी कैलिपर्स, डॉट पंच, स्केल, बॉलपीन हैमर, चिपिंग हैमर, गुनिया, आउटसाइड कैलिपर्स इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. दिये गये एम० एस० फ्लैट में से 50 × 50 × 6 mm का एक टुकड़ा हेक्सा की सहायता से काटकर अलग किया।
2. कार्यखण्ड की सतह नम्बर एक को ऊपर रखते हुये कार्यखण्ड को बैंच वाइस में बाँधा तथा फ्लैट बास्टर्ड डबल कट फाइल से फाइलिंग किया, फिर स्मूथ फाइल से फाइलिंग किया और गुनिया की सहायता से उसके फ्लैटनेस/समतलता को चेक किया।
3. अब कार्यखण्ड के साइड नम्बर एक को फाइलिंग किया तथा सतह नम्बर एक के सापेक्ष 90° के कोण को चेक किया।
4. इसी तरह क्रमानुसार सभी साइडों को एवं दोनों सतहों को समतल करते हुये फाइलिंग करते हैं और एक-दूसरे के सापेक्ष 90° के कोण को चेक करते हैं।
5. इस तरह कार्यखण्ड की फाइलिंग पूरी हो जाती है।
6. अब चिपिंग के लिये कार्यखण्ड की किसी एक साइड को बेंच वाइस में बाँध देते हैं।
7. तत्पश्चात् फ्लैट चिजल एवं बालपीन हैमर की सहायता से चिपिंग करते हैं।
8. इसके बाद हेक्साइंग के लिये कार्यखण्ड को बेंच वाइस से निकाल कर उसकी किसी एक सतह पर चॉक को गीला करके लगाते हैं।



चित्र 1

9. चॉक के सूखने के बाद जेनी कैलिपर्स एवं स्टील स्केल की सहायता से चित्र के अनुसार ड्राइंग बनाते हैं।
10. उसके बाद मार्किंग की गयी लाइन पर डॉट पंच एवं हैमर की सहायता से पंचिंग क्रिया करके स्थायी निशान लगा लेते हैं।
11. मार्किंग किये गये निशान को बेंच वाइस के जबड़ों के लम्बवत् रखकर सीधा बाँधते हुये कस देते हैं।
12. तत्पश्चात् हेक्सा को सीधा निशान पर रखकर बाँये हाथ के अँगूठे से सहारा देते हुये हल्का कट लगाते हैं। कट लगाने के बाद सीधा हेक्सा चलाते हुये सीधी कटिंग का अभ्यास करते हैं।
13. चित्रानुसार दूसरी तरफ भी निशान को बेंच वाइस के लम्बवत् रखते हुये हेक्साइंग करते हैं।
14. इस प्रकार हेक्सा द्वारा कटिंग करने के बाद टुकड़े को निकाल देते हैं।

सावधानियाँ (Precautions)

1. सभी क्रियाओं के दौरान कार्यखण्ड बेंच वाइस में अच्छी तरह से कसा होना चाहिए।
2. कार्यखण्ड पर मार्किंग सही ढंग से करनी चाहिए।
3. फाइलिंग करते समय फाइल, कार्यखण्ड पर बिल्कुल फ्लैट/सीधा चलना चाहिए।
4. हेक्साइंग करते समय हेक्सा सावधानीपूर्वक आसानी से हल्के हाथ से चलाना चाहिए।
5. कार्य करते समय ध्यान हमेशा कार्य पर ही होना चाहिए।
6. कार्य खत्म होने के बाद सभी औजारों को यथास्थान सही जगह रख देना चाहिए।

अभ्यास-2

उद्देश्य (Object)

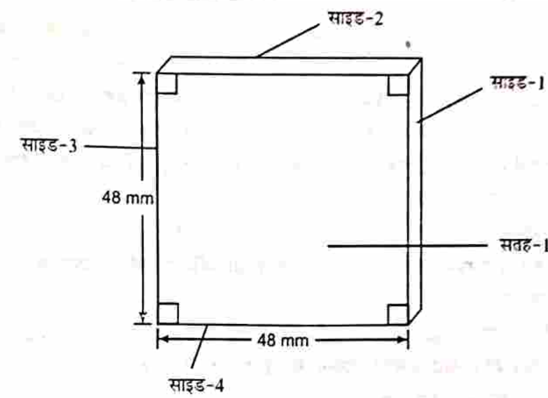
दिये गये मृदु इस्पात फ्लैट को वर्गाकार बनाना (To make a square)।

सामग्री और औजार (Material and Tools)

एम० एस० फ्लैट 50 × 50 × 6 mm बेंच वाइस, हेक्साफ्रेम-ब्लेड के साथ 30 cm, फाइल-फ्लैट बास्टर्ड डबल कट 30 cm, फाइल-फ्लैट स्मूथ डबल कट 30 cm, फ्लैट चिजल 25 cm, जेनी कैलीपर्स, डॉट पंच, स्केल, बॉलपीन हैमर, चिपिंग हैमर, गुनिया, आउटसाइड कैलिपर्स इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. दिये गये एम० एस० फ्लैट में से 50 × 50 × 6 mm का एक टुकड़ा हेक्सा की सहायता से काटकर अलग किया।
2. कार्यखण्ड की सतह नम्बर एक को ऊपर रखते हुये कार्यखण्ड को बैंच वाइस में बाँधा तथा फ्लैट बास्टर्ड डबल कट फाइल से फाइलिंग किया, फिर स्मूथ फाइल से फाइलिंग किया और गुनिया की सहायता से उसकी फ्लैटनेस/समतलता को चेक किया।
3. अब कार्यखण्ड की साइड नम्बर एक को फाइलिंग किया तथा सतह नम्बर एक के सापेक्ष 90° के कोण को चेक किया।
4. इसी तरह क्रमानुसार सभी साइडों को एवं दोनों सतहों को समतल करते हुये फाइलिंग करते हैं और एक-दूसरे के सापेक्ष 90° के कोण को चेक करते हैं।
5. इस तरह कार्यखण्ड की फाइलिंग पूरी हो जाती है।
6. फाइलिंग पूरी होने के बाद गुनिया द्वारा सभी साइडों एवं दोनों सतहों की एक-दूसरे सापेक्ष समकोणता एवं समतलता को चेक करते हैं।



चित्र 2

7. चेकिंग के दौरान जहाँ कहीं भी त्रुटि नजर आती है तो उस जगह हल्के से फाइलिंग करते हुये त्रुटि को दूर करते हैं।
8. इस तरह कार्यखण्ड की माप को चेक कर लिया जाता है।
9. जॉब तैयार होने के बाद उस पर ग्रीस लगाकर रख दिया जाता है।

सावधानियाँ (Precautions)

1. सभी क्रियाओं के दौरान कार्यखण्ड बेंच वाइस में अच्छी तरह से कसी होना चाहिए।
2. कार्यखण्ड पर मार्किंग सही ढंग से करनी चाहिए।
3. फाइलिंग करते समय फाइल, कार्यखण्ड पर बिल्कुल फ्लैट/सीधा चलना चाहिए।
4. हेक्साइंग करते समय हेक्सा सावधानीपूर्वक, आसानी से हल्के हाथ से चलाना चाहिए।
5. कार्य करते समय ध्यान हमेशा कार्य पर ही होना चाहिए।
6. कार्य खत्म होने के बाद सभी औजारों को यथास्थान सही जगह रख देना चाहिए। ❑

ढलाई कार्य (Foundry Works)

अभ्यास-1

उद्देश्य (Object)

ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड (Green moulding sand) तैयार करना।

सामग्री एवं औजार (Material and Tools)

सिलिका रेत, मिट्टी, कोयला चूर्ण, गोबर, लकड़ी का बुरादा, चूना, मैग्नीशियम, लौह ऑक्साइड तथा शॉवेल इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड तैयार करने के लिये सिलिका रेत, मिट्टी, पानी तथा कई प्रकार के उपयोगी पदार्थ मिलाते हैं।

2. इन सबको एक निश्चित मात्रा में मिलाकर एवं ढेर बनाकर उस पर निश्चित मात्रा में जल छिड़ककर कुछ समय तक छोड़ देते हैं।
3. तत्पश्चात् शॉवेल की सहायता से सभी पदार्थों को आपस में अच्छी तरह से मिलाने के लिये उलटते-पलटते हैं। एकसार मिल जाने के पश्चात् ढेर को छन्नी से छानकर अवांछनीय पदार्थों को अलग कर दिया जाता है।
4. इस तरह तैयार ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड में 20 – 30% मिट्टी, 6 – 8% पानी, 45–50% सिलिका तथा 10 – 12% तक अन्य उपयोगी पदार्थ रहता है।
5. मिट्टी तथा पानी से रेत कणों में बंधक गुण उत्पन्न हो जाता है।
6. अन्य पदार्थ के रूप में गोबर, लकड़ी का बुरादा, चूना, मैग्नीशियम, लौह ऑक्साइड एवं कोयला चूर्ण थोड़ी-थोड़ी मात्रा में मिलाते हैं।
7. अधिक मिट्टी से मोल्ड (mould) में दरार पड़ जाती है जबकि मोल्डिंग सैण्ड में अन्य पदार्थ जैसे चूना, मैग्नीशियम, लौह ऑक्साइड इत्यादि मिलाने से मोल्ड मृदु बनता है।
8. मोल्डिंग सैण्ड को मुट्ठी में दबाकर पिण्ड बना करके उसका निरीक्षण करते हैं। इसके लिये पिण्ड को दो भागों में तोड़ते है, यदि टूटे भाग में कोई परिवर्तन न दिखे तो मोल्डिंग सैण्ड योग्य माना जाता है; तथा यदि टूटे भाग का पृष्ठ नीचे की ओर बैठता दिखाई दे तो जल का अंश अधिक होता है तथा खोलने पर गिरने लगे तो जल की मात्रा कम होती है।
9. इस प्रकार ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड तैयार हो जाता है।
10. पैटर्न (pattern) को दबाकर ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड से तैयार साँचों को ग्रीन मोल्डिंग (green moulding) कहते हैं।
11. इन्हीं साँचों में पिघली धातु को उड़ेलकर कास्टिंग की जाती हैं। इसके लिये अन्य किसी साँचे की आवश्यकता नहीं पड़ती है।

सावधानियाँ (Precautions)

1. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अच्छी तरह से मोल्डिंग योग्य होना चाहिए।
2. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अधिक गीला या अधिक सूखा नहीं होना चाहिए।
3. सतह समतल तथा एकसमान होनी चाहिए।
4. पैटर्न (Pattern) को फर्श के अन्दर लगाने से पहले पार्टिंग सैण्ड (parting sand) जरूर छिड़क देना चाहिए।
5. पैटर्न को लगाने से पहले अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए।

अभ्यास-2

उद्देश्य (Object)

सिंगल पीस सॉलिड पैटर्न (single piece solid pattern) का मोल्ड तैयार करना।

सामग्री (Material)

पहले से तैयार ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड, पार्टिंग सैण्ड (Parting Sand)।

औजार (Tools)

थापियाँ (rammers), मैलेट (mallet), स्प्रू पिन (spru pin), कर्तक छड़ (strike off bar), ड्रा स्पाइक (draw spike), लिफ्टर (lifter), स्मूथर (smoother), गेट कटर (gate cutter), निकास छिद्र तार (vent wire), राइजर पिन (riser pin), मोल्डिंग बॉक्स (moulding box), स्प्रिट लेवल इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. सर्वप्रथम फर्श को समतल करके स्प्रिट लेवल से जाँच करते हैं तथा उसके बाद उस पर पार्टिंग सैण्ड छिड़कते हैं।
2. पैटर्न को समतल सतह पर रखते हैं। इसके ड्रैग पार्ट (drag part) को सतह पर इस प्रकार रखते हैं कि पैटर्न लगभग बीच में आये।
3. अब इसके ऊपर व चारों तरफ पार्टिंग सैण्ड छिड़कते हैं तथा पैटर्न को हाथ से दबाने के बाद ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड को भरकर पहले conical rammer से तथा बाद में flat rammer से रैमरिंग (rammering) करते हैं तथा कर्तक छड़ एवं स्मूथर से चिकना करते हैं।
4. अब मोल्डिंग बॉक्स के चारों ओर की बालू को हटाकर ड्रैग पार्ट को पलटकर सीधा कर देते हैं तथा पुनः ड्रैग बॉक्स में क्रोड (core) को स्प्रू पिन के सहारे फँसाते हैं तथा ड्रैग के ऊपर कोप बॉक्स को रखते हैं।
5. पैटर्न के अन्दर राइजर पिन तथा उसके बगल में स्प्रू पिन सीधा खड़ा करके कोप बॉक्स की ऊपरी सतह में ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड डालते हुये थापियों से दबाते हैं तथा इसके ऊपर की रेत को कर्तक छड़ द्वारा हटाकर चिकना करते हैं।
6. स्प्रू पिन एवं राइजर पिन को धीरे-धीरे घुमाकर निकाल लेते हैं तथा राइजर पिन के स्थान पर Pouring Cup बनाते हैं।
7. अब कोप बॉक्स के चारों ओर 7 – 8 स्थानों पर निकास छिद्र तार से छिद्र करते हैं तथा उसके बाद कोप बॉक्स को अलग करते हैं। ड्रा स्पाइक से ड्रैग में फँसे पैटर्न को मैलेट की सहायता से धीरे-धीरे उठाकर निकाल लेते हैं।
8. अब गेट कटर से स्पाइस छिद्र (spice hole) के नीचे Pouring Cup बनाते हैं। स्प्रू पिन की गोल नाली एवं स्प्रू पिन से मोल्ड तक रनर (runner) बना लेते हैं। तत्पश्चात् धौंकनी (bellow) की सहायता से मोल्ड तथा रनर आदि में पड़ी अतिरिक्त रेत को हटाकर बाहर निकाल देते हैं।
9. इस प्रकार मोल्ड बनकर तैयार हो जाता है।

सावधानियाँ (Precautions)

1. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अच्छी तरह से मोल्डिंग योग्य होनी चाहिए।
2. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अधिक गीला या अधिक सूखी नहीं होनी चाहिए।
3. सतह समतल तथा एकसमान होनी चाहिए।
4. पैटर्न (Pattern) को फर्श के अन्दर लगाने से पहले पार्टिंग सैण्ड (Parting Sand) जरूर छिड़क देना चाहिए।
5. पैटर्न को लगाने से पहले अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए।

अभ्यास-3

उद्देश्य (Object)

अलौह धातु-लेड (Lead) से कास्टिंग का अभ्यास करना।

सामग्री (Material)

लेड (lead), ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड, Pit Furnace, कोक (coke), क्रुसीबिल (crucible)।

औजार (Tools)

क्रुसीबिल सड़सी, क्रुसीबिल कलैम्प, तार ब्रश, रैकिंग बार (racking bar), थापियाँ (rammers), मैलेट (mallet), स्प्रू पिन (spru pin), कर्तक छड़ (strike off bar), ड्रा स्पाइक (draw spike), लिफ्टर (lifter), स्मूथर (smoother), गेट कटर (gate cutter), निकास छिद्र तार (vent wire), राइजर पिन (riser pin), मोल्डिंग बॉक्स (moulding box), स्प्रिट लेवल इत्यादि।

कार्यविधि (Working Method)

1. Exercise-2 के अनुसार तैयार किये गये सिंगल पीस पैटर्न के मोल्ड को यथास्थान रखते हैं।
2. धातु को पिघलाने के लिये भट्टी की सफाई करके मिट्टी के तेल में जूट को भिगोकर जलाते हैं तथा उसमें कुछ लकड़ियाँ डाल देते हैं। जब लकड़ियाँ जलने लगती हैं तब उसमें हार्ड कोक (hard coke) डाल देते हैं।
3. इस प्रकार जब हार्ड कोक अच्छी तरह से आग पकड़ लेता है तब क्रुसीबिल में लेड को डालकर क्रुसीबिल को रैकिंग बार से कोयला हटाकर बीच में रख देते हैं। क्रुसीबिल को रखने के पश्चात् उसके चारों तरफ कोयला भर देते है तथा ब्लोअर को चला देते हैं। धीरे-धीरे कोयले से अधिकतम ऊष्मा प्राप्त होने लगती है।
4. भट्टी के ऊपरी भाग को धातु के पिघलने की स्थिति को देखने के लिये खुला रखते हैं। ऊष्मा बढ़ने के साथ-साथ धातु पिघलने लगती है।
5. अब हैण्डिल के सहारे क्रुसीबिल को थोड़ा झुकाकर धातुमल को बाहर निकाल देते हैं।
6. अब क्रुसीबिल को उठाकर मोल्ड के पास ले जाकर रनर के मुख से पिघली धातु को साँचे में डालते हैं। तत्पश्चात् पिघली हुई धातु को अन्य मोल्ड में डालकर धातु को जमने एवं ठण्डा होने के लिये थोड़ी देर तक छोड़ देते हैं।
7. लगभग एक से डेढ़ घण्टे बाद साँचे को तोड़कर मोल्ड को बाहर निकाल देते है।
8. साँचों से निकली ढलाई पर लगे रनर, राइजर आदि को छेनी से काटकर अलग कर दिया जाता है तथा रेत आदि साफ करके अन्तिम रूप दे दिया जाता है।
9. इस प्रकार से तैयार अंग (component) कास्टिंग (casting) कहलाता है।

सावधानियाँ (Precautions)

1. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अच्छी तरह से मोल्डिंग योग्य होनी चाहिए।
2. ग्रीन मोल्डिंग सैण्ड अधिक गीली या अधिक सूखी नहीं होनी चाहिए।
3. सतह समतल तथा एकसमान होना चाहिए।
4. पैटर्न (Pattern) को फर्श के अन्दर लगाने से पहले पार्टिंग सैण्ड (Parting Sand) जरूर छिड़क देना चाहिए।
5. पैटर्न को लगाने से पहले अच्छी तरह से साफ कर लेना चाहिए।
6. जलती आग में ऊपर से मिट्टी का तेल नहीं डालना चाहिए।
7. सुरक्षा प्रसाधनों का प्रयोग अवश्य करना चाहिए।
8. पिघली धातु में कोई भी अवांछनीय पदार्थ नहीं मिलाना चाहिए।
9. तैयार मोल्ड/कास्टिंग को ठण्डा होने के बाद ही छूना चाहिए।

□

ODD SEMESTER EXAMINATION (U.P.), DECEMBER–2019

वर्कशॉप टैक्नोलॉजी

(Workshop Technology)

Code : 2118

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 प्रश्न हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न में से कोई दो भाग करें।

1. (क) वेल्डिंग प्रक्रिया को परिभाषित करें। वेल्डिंग का सिद्धान्त क्या है?
(ख) वेल्डिंग प्रक्रिया के फायदे और सीमाएँ लिखिए।
(ग) वेल्डिंग की विभिन्न तकनीकें क्या हैं? गैस वेल्डिंग प्रक्रिया बताएँ। **[2 × 5 = 10]**

2. विवरण करें—
(क) पैटर्न के प्रकार
(ख) कोर बनाने की प्रक्रिया
(ग) पैटर्न सामग्री **[2 × 5 = 10]**

3. (क) मोल्डिंग रेत के गुण बताइये।
(ख) बताएँ कि कपोला भट्टी कैसे काम करती है?
(ग) विभिन्न प्रकार के कास्टिंग दोषों के बारे में बताएँ। **[2 × 5 = 10]**

4. (क) डाई के प्रकार स्पष्ट कीजिए।
(ख) खुले और बन्द डाई फोजिंग के बीच अन्तर लिखिए।
(ग) विभिन्न प्रकार के एक्सट्रूजन क्या हैं? **[2 × 5 = 10]**

[2 × 5 = 10]

5. निम्नलिखित पर एक छोटा नोट लिखिए—
(क) प्लास्टिक का औद्योगिक उपयोग।
(ख) इंजेक्शन मोल्डिंग प्रक्रिया का सिद्धान्त
(ग) संपीड़न मोल्डिंग।

○