বিসমিল্লাহির রাহমানির রাহীম
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট

অ্যাডভান্সড ওয়েল্ডিং-১

- ওয়েল্ডিং এর পরিধি ও গুরুত্ব
- আর্ক ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়াসমূহ
- গ্যাস ওয়েল্ডিং
- গ্যাস ওয়েল্ডিং এর উপাদানসমূহ
- সোল্ডারিং অ্যান্ড ব্রেজিং
- গ্যাস কাটিং নীতি
- রেজিস্ট্যান্স ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়া
- বিভিন্ন জি পজিশনে ওয়েল্ডিং কৌশল
- থার্মিট ওয়েল্ডিং
- ওয়েল্ডিং জোড়ের দোষ ত্রুটি এবং তার কারণ
- ওয়েল্ডিং জোড়ের পরীক্ষণ নীতি

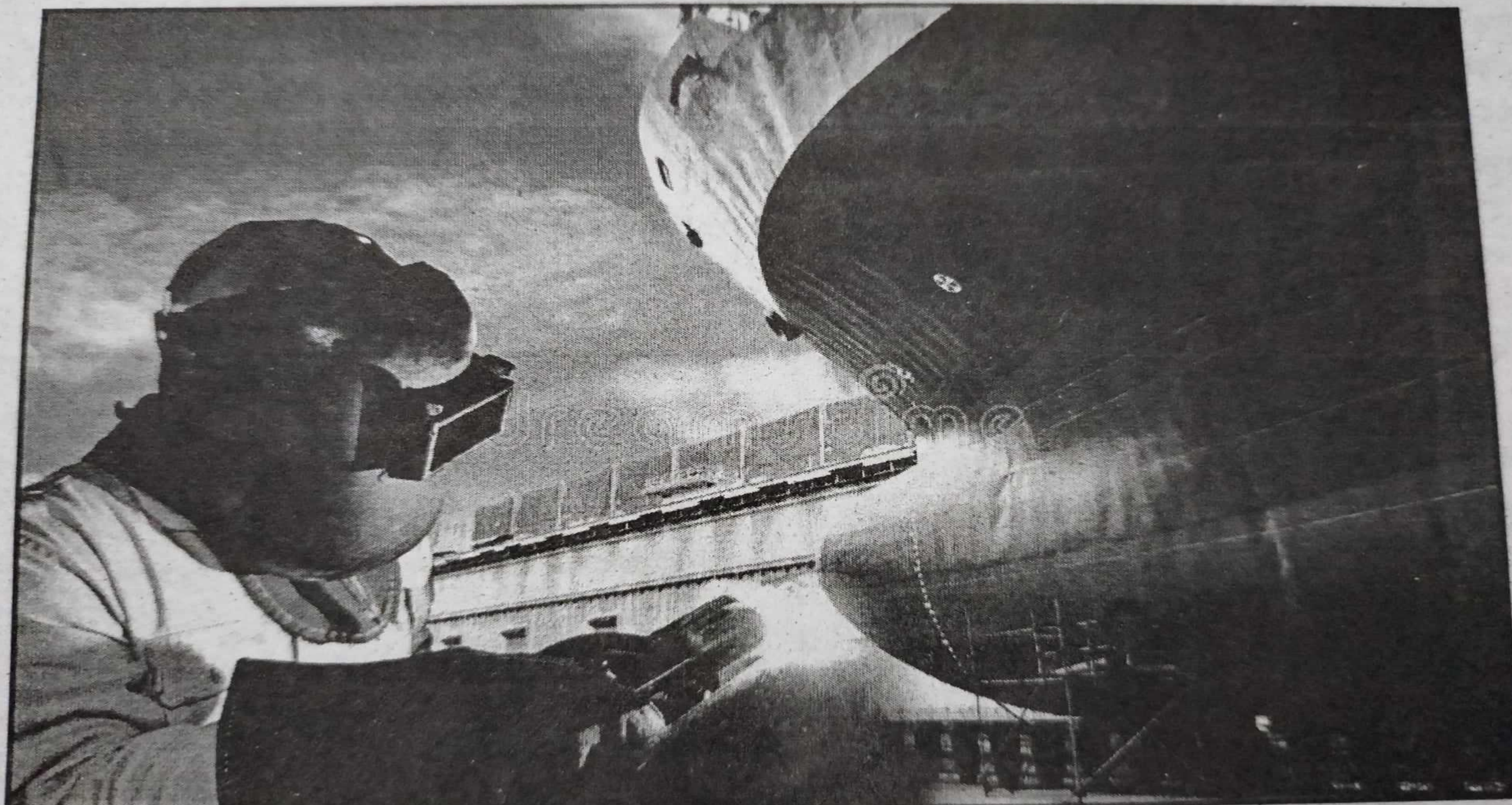
- যন্ত্র ব্যবহারে কাজের সুবিধা পাওয়া যায়। কিন্তু যন্ত্র ব্যবহারের ফলে প্রাপ্ত এই সুবিধা বা এককথায় যান্ত্রিক সুবিধার Mechanical advantage) দীর্ঘ স্থায়ীত্ব বজায় রাখার জন্য যন্ত্রের যথোপযুক্ত রক্ষণাবেক্ষণ (Maintenance) প্রয়োজন। কোন ইস্ত্রই চিরস্থায়ী নয়। ব্যবহারের কারণে যন্ত্র বা যন্ত্রাংশের আয়ুষ্কাল শেষ হয়ে যায়। এক সময় এটা ভেঙ্গে যায়। প্রয়োজন হয় ভাঙ্গা বা ত্রুটিপূর্ণ অংশকে বদলানোর বা মেরামত করার। ভাঙ্গা অংশের মেরামত বা জোড়া দেওয়া ছাড়াও আধুনিক মেশিনারি (Machinery) বা লৌহ ইস্পাতের কাঠামো তৈরি করে এক অংশকে অন্য অংশের সাথে জোড়া দেওয়ার (Fabrication) প্রয়োজন পরে। প্রয়োজনের তাগিদেই মানুষ চেষ্টা করতে থাকলো কিভাবে সুন্দররূপে এক অংশের সঙ্গে জোড়া দেওয়া যায়। মানুষের এই চিন্তাভাবনা ও প্রচেষ্টার ফল হিসেবে আবিষ্কৃত হলো ওয়েল্ডিং (Welding), রিভেটিং (Riveting), নাট-বোল্ট (Nut-bolt) ইত্যাদির মাধ্যমে জোড়া দেওয়ার নতুন নতুন পদ্ধতিসমূহ।

অধ্যায়: ওয়েল্ডিং এর পরিধি ও গুরুত্ব

- যান্ত্রিব সুবিধার জন্য কোন যন্ত্র বা মেশিনের অংশবিশেষকে যে জোড়া দেওয়া হয়, তাকে যান্ত্রিক জোড়া বা মেকানিক্যাল জয়েন্ট বলে ।

- এই পয়েন্ট বা জোড়া তিন প্রকার। যথাঃ
- ১। স্থায়ী জোড়া; (Permanent joint) যেমন- ওয়েল্ডিং।
- ২। অর্ধস্থায়ী জোড়া (Semi-permanent joint) যেমন- রিভেটিং।
- ৩। অস্থায়ী জোড়া (Temporary joint) যেমন- স্ক্রু, নাট-বোল্ট তৈরি জোড়া ইত্যাদি

ওয়েল্ডিং এর পরিধি ও গুরুত্ব



চিত্র ঃ ১.২ জাহাজ মেরামত কাজে ওয়েল্ডিং-এর ব্যবহার

ওয়েল্ডিং এর পরিধি ও গুরুত্ব

১.২ বিভিন্ন প্রকার ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়াসমূহ (Different welding processes) ঃ

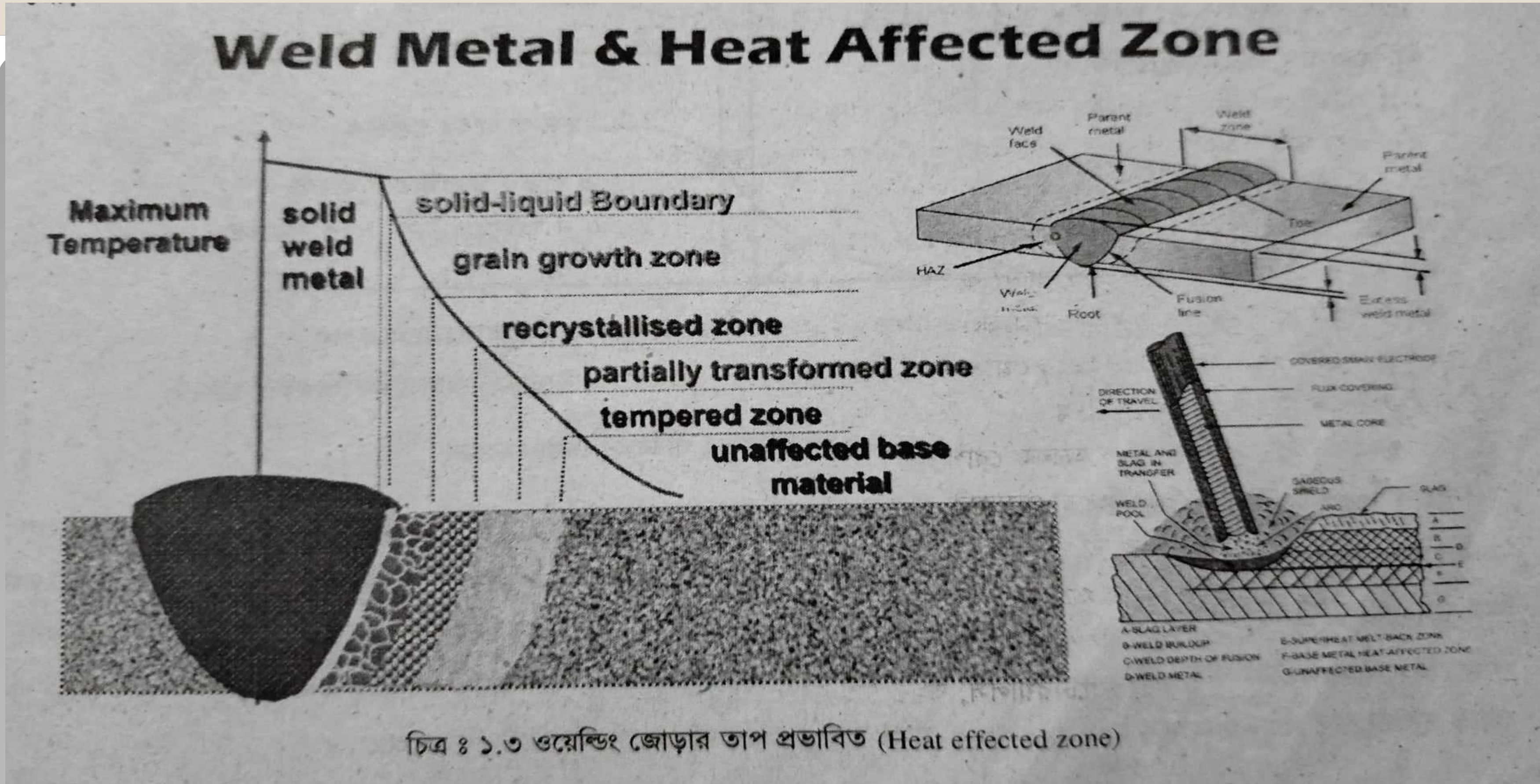
ওয়েল্ডিং প্রণালীকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণীবিন্যাস করা যায়, যা একটি চার্টের মাধ্যমে প্রদর্শন করা হলো।

ওয়েল্ডিং প্রসেস (Process) বা পদ্ধতি (Methods of welding)

- থারম্যাল প্রসেস (Thermal process) (তাপ-সংক্রান্ত প্রয়োগ পদ্ধতি)
  - ফিউসন (Fusion)
    - তাপের উৎস (Source of heat)
      - ইলেকট্রিক আর্ক (Electric arc) → ইলেকট্রিক আর্ক ওয়েল্ডিং (Electric arc welding)
        - ১। মেটাল আর্ক (Metal arc)
        - ২। কার্বন আর্ক (Carbon arc)
        - ৩। আর্গন বা হিলিয়াম আর্ক (Argon or Helium arc)
        - ৪। অ্যাটমিক হাইড্রোজেন আর্ক বা টাংস্টান আর্ক Automic hydrogen arc or Tungsten arc
        - ৫। সাব-মার্জড আর্ক (Sub-Merged arc)
        - ৬। মিগ আর্ক বা মেটাল ইন্যার্ট গ্যাস আর্ক (Mig-arc or Metal inert gas arc)
        - ৭। টিগ আর্ক বা টাংস্ট্যান ইন্যার্ট গ্যাস আর্ক Tig arc or Tungsten inert gas arc
      - অক্সি-অ্যাসেটিলীন শিখা (Oxy-acetylene flame) → অক্সি-অ্যাসেট্টিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং (Oxy-acetylene gas welding)
      - কেমিক্যাল রি-অ্যাকশান (Chemical re-action) → থারমিট ওয়েল্ডিং (Thermit welding)
- মেকানিক্যাল প্রসেস (Mechanical process) (যান্ত্রিক-প্রয়োগ কৌশল পদ্ধতি)
  - নন-ফিউসন (Non-fusion)
    - তাপের উৎস (Source of heat)
      - কোন প্রকার চাপ না দিয়ে (With no pressure)
      - চাপ দিয়ে (With pressure)
        - কামারশালা (Blacksmith's fire) বা ফোর্জিং শপ (Forging shop) ওপেন হার্থ ফার্নেস (Open hearth furnace) → ফোর্জ ওয়েল্ডিং (Forge welding)
          - ১। ল্যাপ ওয়েল্ড (Lap weld)
          - ২। বাট ওয়েল্ড (Butt weld)
          - ৩। 'টি'-ওয়েল্ড ('T' weld)
          - ৪। 'ভি'- ওয়েল্ড ('V' weld)
        - ইলেকট্রিক কারেন্ট (Electric current) → রেজিস্ট্যান্স ওয়েল্ডিং (Resistance welding)
          - ১। স্পট ওয়েল্ডিং (Spot welding)
          - ২। প্রজেকশন ওয়েল্ডিং (Projection welding)
          - ৩। সীম ওয়েল্ডিং (Seam welding)
          - ৪। বাট ওয়েল্ডিং (Butt welding)
- কেমিক্যাল প্রসেস (Chemical process) (রাসায়নিক-প্রক্রিয়া পদ্ধতি)
  - তাপের উৎস (Source of heat)
    - রাসায়নিক কৌশল পদ্ধতি (Chemical process)
      - থারমিট ওয়েল্ডিং (Thermit welding)

- ওয়েল্ডিং করার সময় মূলধাতু এবং ইলেকট্রোড উভয়ই উত্তপ্ত হয় এবং সাধারণত জোড় স্থান গলন তাপমাত্রায় পৌঁছায়। ওয়েল্ডিং করার পরে জোড় স্থানকে ক্রমাগত ঠাণ্ডা হতে দেয়া হয়। এখানে লক্ষ করার বিষয় হল জোড় স্থান যত বেশি উত্তপ্ত হয় তার পার্শ্ববর্তী স্থান ততটা উত্তপ্ত হয় না। জোড় স্থান থেকে যত দূরে যাওয়া যাবে ততই উত্তাপের পরিমাণ কম হবে ১.৩ নং ওয়েল্ডিং জোড়ার তাপ প্রভাবিত অঞ্চল দেখানো হয়েছে।

ওয়েল্ডিং-এর ধাতব বা মেটালার্জিক্যাল পরিবর্তন



ওয়েল্ডিং-এর ধাতব বা মেটালার্জিক্যাল পরিবর্তন

- ওয়েল্ডিং প্রণালীর মাধ্যমে একাধিক ধাতু খণ্ডকে স্থায়ীভাবে জোড়া দেওয়া হয়। ওয়েল্ডিং প্রণালীর সাহায্যে যে সমস্ত জোড়া (Joint) দেওয়া হয় তাহাদিগকে ওয়েল্ডিং জোড়া বলে।
- জোড়া দিবার দুইটি কাজের (Work piece) বা ধাতু খণ্ডের পারস্পরিক অবস্থান হতেই ওয়েল্ডিং জোড়ার প্রকারভেদ নির্ণয় করা হয়।

ওয়েল্ডিং জোড়ার প্রকারভেদ

- প্রধানত নিম্নলিখিত পাঁচ প্রকারের ওয়েল্ডিং জোড়া কার্যক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।
- ১। বাট জোড়া (But joint)
- ২। ল্যাপ জোড়া (Lap joint)
- ৩। টি-জোড়া (T-joint)
- ৪। কর্ণার জোড়া (Corner joint)
- ৫। এজ জোড়া (Edge joint)

ওয়েল্ডিং জোড়ার প্রকারভেদ

ওয়েল্ডিং পজিশন (Welding position)

- ওয়েল্ডিং এর সময় কাজ খণ্ড বা ওয়ার্ক-পিচ (Work piece)-কে যে অবস্থানে রাখিয়া ওয়েল্ডিং করা হয়, তাহাকে ওয়েল্ডিং এর পজিশন বলে।
- ওয়েল্ডিং পজিশন প্রধানতঃ চার প্রকার। যথা-
- ১। ফ্লাট পজিশন (Flat position)
- ৩। খাড়া বা ভার্টিক্যাল পজিশন (Vertical position)
- ২। আনুভূমিক বা হরাইজন্টাল পজিশন (Horizontal position)
- ৪। ওভারহেড পজিশন (Over head position)

- আর্ক ওয়েল্ডিং এর মূলনীতি (Principles of arc welding) : বিদ্যুৎ প্রবাহ (Flow of electricity) দুটি টার্মিনাল (Terminal) নেগেটিভ ও পজিটিভের আকর্ষণে সৃষ্টি হয়। এই টার্মিনাল দুটি একে অপরকে আকর্ষণ করে তখন বিদ্যুৎ প্রবাহ বাধা পেয়ে কারেন্ট (Current)-এর সৃষ্টি হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহের ধর্মই হল নেগেটিভ ও পজিটিভ পোলের পরস্পর আকর্ষণ করা (Attraction)। টার্মিনাল দুটির এই আকর্ষণ থেকে হঠাৎ যদি একে অপরের কাছ থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে অর্থাৎ বিকর্ষণ (Repulsion) হয়ে যায়, তখন এই দুই টার্মিনাল অর্থাৎ নেগেটিভ (-) ও পজিটিভ (+) পোলের মধ্যে সামান্য ফাঁক বা গ্যাপ (Gap) সৃষ্টি হয় এবং ঐ ফাঁকের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহের তীব্র আলো বা স্পার্ক (Spark) প্রচণ্ড উত্তাপ সহকারে ওয়েল্ডিং-এর ভাষায় যাকে বলা হয় আর্ক-রে (Arc Ray) প্রবাহিত হতে থাকে। এই উত্তাপের ফলে ওয়েল্ডিং-এর বেস, মেটাল (Base metal) এবং ইলেকট্রোডের মধ্যবর্তী স্থানটি গলন্ত ধাতু স্রোতের (Molten pool) সৃষ্টি হয়। এই উত্তপ্ত শিখাই হল ইলেকট্রিক আর্ক। সংক্ষেপে বলা যায়, অপরিবর্তনীয় অগ্নি স্ফুলিঙ্গ (Constant spark of electricity) বা নেগেটিভ ও পজিটিভ পোলের ক্ষুদ্র গ্যাপ (Gap) বা ফাঁকের মধ্যবর্তী স্থান বিদ্যুৎ প্রবাহের উত্তপ্ত শিখা। এই আর্কের তাপমাত্রা প্রায় ৩৩০০° সেন্ট্রিগ্রেড ফলে যে কোন ধাতু অতি সহজেই গলে যায়।

অধ্যায়: আর্ক ওয়েল্ডিং প্রক্রিয়াসমূহ

- ইলেকট্রিক আর্কের বৈশিষ্ট্য (Charactericies of electric arc) :ইলেকট্রিক আর্কের কতগুলো বৈশিষ্ট্য আছে। দুটো টার্মিনাল নেগেটিভ (-) ও পজিটিভ (+) অর্থাৎ ইলেকট্রোড (-) পোল ও জব বা ওয়ার্ক (+) পোল অথবা এর উল্টো ইলেকট্রিড (+) এবং জব বা ওয়ার্ক (-) হয়ে পরস্পর, পরস্পরে টার্মিনালকে স্পর্শ এবং পরে বিচ্ছিন্ন হওয়ার মধ্যে য়ে গ্যাসের উত্তাপ সৃষ্টি হয়, সেই উত্তাপে ধাতু ইলেকট্রোডসহ গলে যায় এবং সঙ্গে সঙ্গে ধাতু ওয়েল্ড হতে শুরু করে এই বৈশিষ্ট্যগুলো হল-
- (ক) ওয়েল্ড মেটালের অবক্ষেপণ বা ডিপোজিশন (Deposition of metal),
- (খ) আর্ক ক্রেটার (Crater) বা গলিত ধাতুর কেন্দ্রবিন্দুতে বা মোলটেন পুলের (Molten pool), মধ্যে গর্ত হওয়া,
- (গ) আর্ক ব্লো (Arc blow) বা চুম্বক আকর্ষণের প্রবাহ সৃষ্টি করা,
- (ঘ) আর্ক স্থায়িত্ব (Stability) বা দৃঢ়ভাবে আর্ক ফ্লো (Arc flow) প্রতিষ্ঠিত করা।

এসি (AC) এবং ডিসি (DC) মেশিনের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ ওয়েল্ডিং করার সময় অল্টারনেটিং কারেন্ট বা এসি এবং ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডিসি মেশিনে কিছু কিছু সুবিধা বা অসুবিধা দেখা যায়। বিদ্যুৎ প্রবাহের তারতম্যের জন্যই এসব সুবিধা বা অসুবিধার সৃষ্টি হয়। যেমন—

এসি (Alternative current)	ডিসি (Direct current)
(ক) সুবিধা (Advantages) ঃ	**(ক) সুবিধা (Advantages) ঃ**
১। হাই অ্যাম্পিয়ার উৎপন্ন করে।	১। মোটর চালিত ডিসি জেনারেটরে নিম্নমাপের অ্যাম্পিয়ার উৎপন্ন করে।
২। এটি অতি সাধারণ ট্রান্সফর্মার বলে প্রাথমিক খরচ (Initial cost) খুব কম।	২। মোটর চালিত বলে বিভিন্ন সরঞ্জাম থাকার জন্য খরচ অনেক বেশি।
৩। ওয়েল্ডিং-এর খরচ কম।	৪। যে কোন ধাতুকেই ওয়েল্ডিং করা সম্ভব।
৪। কোন ম্যাগনেটিক আর্ক ব্লো হয় না।	৪। বিদ্যুৎ-সংযোগ না থাকলেও মোটর চালিত ইঞ্জিনের সাহায্যে আর্ক উৎপন্ন করে ওয়েল্ডিং করা যায়।
৫। বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রোড ব্যবহারে পোলারিটির কোন পরিবর্তন ঘটে না।	৫। নন-ফেরাস বা অলৌহ-ধাতু বা সঙ্কর ধাতু ওয়েল্ডিং করা যায়।
৬। মেশিন রক্ষণাবেক্ষণের খরচ খুব সামান্য।	
(খ) অসুবিধা (Disadvantages) ঃ	**(খ) অসুবিধা (Disadvantages) ঃ**
১। কোন অলৌহ ধাতু বা নন-ফেরাস মেটাল ওয়েল্ডিং করা যায় না।	১। অধিক অ্যাম্পিয়ারের জন্য ছোট ছোট ওয়েল্ডিং এর কাজ সম্ভব হয় না।
২। AC মেশিন বা ট্রান্সফর্মার-এ অধিক অ্যাম্পিয়ার দিয়ে কাজ করা যায় না।	২। মেশিন রক্ষণাবেক্ষণের খরচ অনেক বেশি।
	৩। কম বেশি সমস্ত অসুবিধাগুলো এসি মেশিনের সম্পূর্ণ বিপরীত।
	৪। বৃহৎ আয়তনের মেশিন বলে সহজে বহনযোগ্য নয়।

- ইলেকট্রোড-এর স্পেসিফিকেশন (Specification of electrodes) :ওয়েল্ডিং প্রযুক্তিবিদ্যায় ইলেকট্রোড্স (Electrodes) একটি অপরিহার্য ইকুইপমেন্ট। ওয়েল্ডিং-এর কাজে ইলেকট্রোডস একটি প্রধান উপকরণ হিসাবে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ইলেকট্রিক আর্ক ওয়েল্ডিং করার সময় ওয়েল্ডিং হোল্ডারের সঙ্গে আটকানো ধাতব দণ্ডকে ইলেকট্রোডস (Electrodes) বলা হয়।অনেক সময় একে ওয়েল্ডিং স্টিকও (Stick) বলা হয়ে থাকে। এটি মূলত বিভিন্ন ধাতবের তৈরি হয়ে থাকে এবং বৈদ্যুতিক আর্ক সৃষ্টিতে বিদ্যুৎ প্রবাহে সাহায্য করে।ভাল ওয়েল্ডিং নির্ভর করে ভাল কোয়ালিটি ইলেকট্রোডের উপর এবং ইলেকট্রোড অবশ্যই ওয়েল্ড মেটালের সমগোত্রীয় হওয়া চাই। অনেক ইলেকট্রোড নিজে গলে এবং মেটালকে গলায় আবার অনেক ইলেকট্রোড নিজে গলে না কিন্তু মেটালকে আর্ক প্রবাহ দিয়ে গলাতে সাহায্য করে। জোড়া স্থান ভরাট করে সুন্দর বিড তৈরি করে। মজবুত জোড়া তৈরিতে সহায়তা করে। ইলেকট্রোডস দৈর্ঘ্যে প্রায় ৩৫০ মিমি থেকে ৪৫০ মিমি হয় এবং ব্যাস ১.৬ মিমি থেকে ১০ মিমি পর্যন্ত হয়ে থাকে।

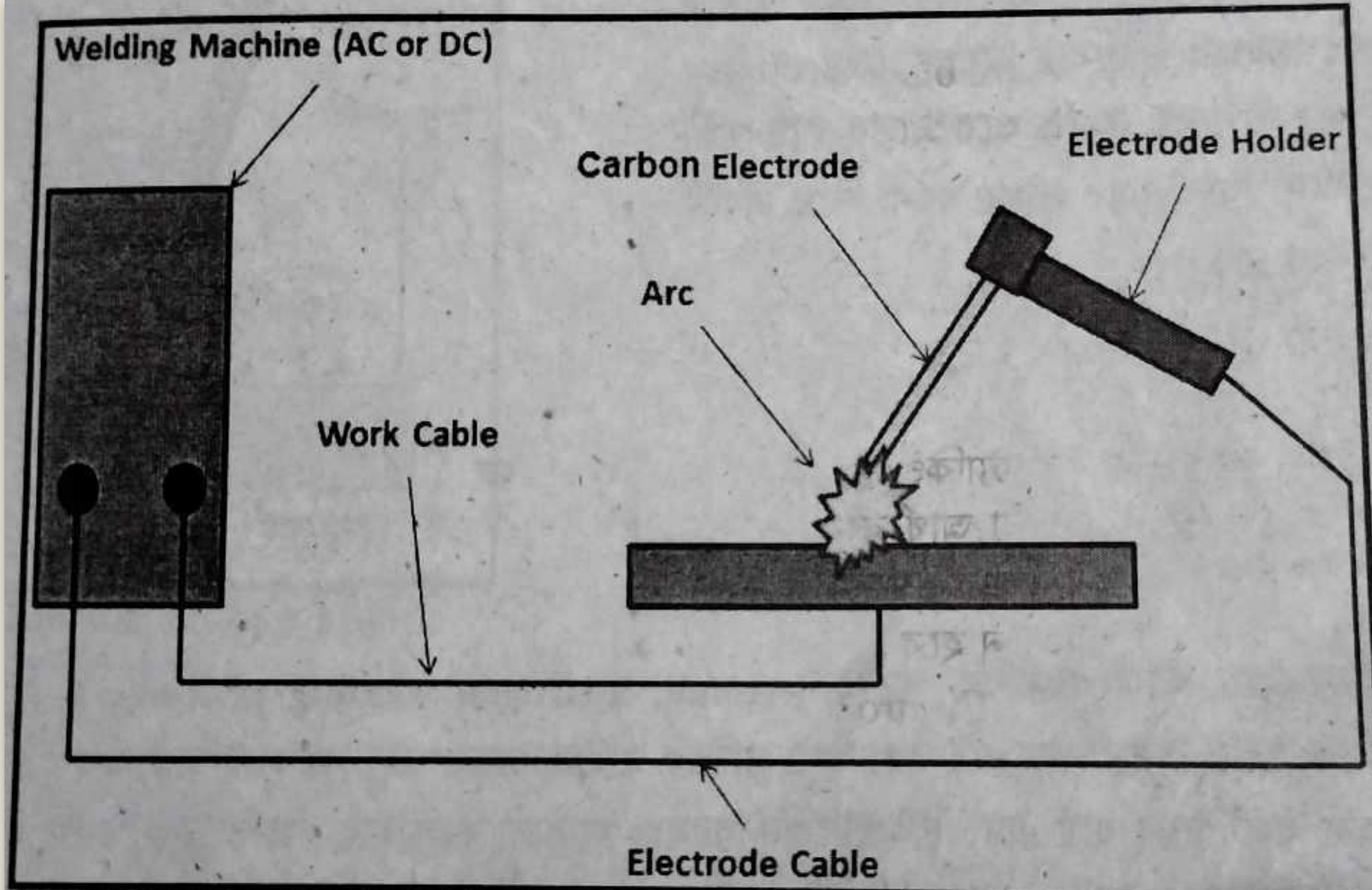
- ইলেকট্রোডের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Electrodes): ইলেকট্রোডকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা যায়, যথা-

- ১। ক্ষয়িষ্ণু ইলেকট্রোড (Consumable electrodes) এবং

- ২। অক্ষয়িষ্ণু ইলেকট্রোড (Non-consumable electrodes) |

- আর্ক ওয়েল্ডিং-এর ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ইলেকট্রোড:
- ১। ফেরোস্পিড (Ferrospeed),
- ২। রেডিয়ান (Radian),
- ৩। প্রেশার ভেসেল (Pressure vessell),
- ৪। ওয়েল্ডিপ (Weldeep),
- ৫। ভরাটিক (Vortic) এবং
- ৬। ভিক্টর (Victor) |

- ইলেকট্রোড নির্বাচন প্রক্রিয়া :ওয়েল্ডিং-এর কাজে ইলেকট্রোড নির্বাচন অতীব গুরুত্বপূর্ণ কাজ। সব ধরনের কাজে সব রকম ইলেকট্রোড উপযোগী নয় মোটামুটি চারটি বিষয়ের ভিত্তিতে প্রাথমিকভাবে ইলেকট্রোডে নির্বাচন করা হয়। যেমন-
- ১। বেস মেটালের ধাতবের ধরন।
- ২। বেস মেটালের পুরুত্ব।
- ৩। কোন অবস্থানে ওয়েল্ডিং করতে হবে।
- ৪। ওয়েল্ডিং-এর স্তর কয়টি হবে।



চিত্র ঃ ২.৫০ কার্বন আর্ক ওয়েল্ডিং

- যে-কোনো একটি দাহ্য গ্যাস ও অক্সিজেনের সংমিশ্রণ প্রজ্বলনে সৃষ্ট প্রচণ্ড উত্তাপ ব্যবহার করে দুই বা ততোধিক ধাতব খঙ্গের মধ্যে জোড়া দেয়ার প্রক্রিয়াকে গ্যাস ওয়েল্ডিং (Gas Welding) বলে।

গ্যাস ওয়েল্ডিং-এ ব্যবহৃত দুটি গ্যাসের মধ্যে একটি জ্বালানি গ্যাস (Fuel gas) এবং অপরটি হল দহন কাজে সহায়তাকারী গ্যাস। অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলিন মিশ্রণে অক্সিজেন হল দহন কাজে সাহায্যকারী গ্যাস আর অ্যাসিটিলিন হল জ্বালানি গ্যাস। এখানে অ্যাসিটিলিন গ্যাস নিজে জ্বলে আর অক্সিজেন গ্যাস অ্যাসিটিলিনকে জ্বলতে সাহায্য করে। এখানে বিশেষভাবে লক্ষণীয় যে, দাহ্য গ্যাসের প্রকারভেদে সৃষ্ট তাপের পরিমাণ কমবেশি হয়। জ্বালানি গ্যাসের ভিত্তিতে গ্যাস ওয়েল্ডিংকে চার ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যেমন-

- ১। অক্সি-অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং (৩১০০° সে. ৩৪৮২° সে.)
- ২। অক্সি-হাইড্রোজেন গ্যাস ওয়েল্ডিং (২০০০° সে.- ২৪০০° সে.)
- ৩। এয়ার-অ্যাসিটিলিন গ্যাস ওয়েল্ডিং (১৩০০° সে. - ১৮০০° সে.)
- ৪। প্রেশার গ্যাস ওয়েল্ডিং (১২০০° সে. ১৩০০° সে.) বা অক্সি-কোল গ্যাস ওয়েল্ডিং।
- আধুনিক শিল্পোৎপাদন ক্ষেত্রে গ্যাস ওয়েল্ডিং-এর ব্যবহার বহুমুখী। ছোট-বড়, হালকা-ভারী সব শিল্পেই গ্যাস ওয়েল্ডিং অপরিহার্য। এর যান্ত্রিক কলাকৌশল সহজ ও সরল।

অধ্যায়: গ্যাস ওয়েল্ডিং

- দাহ্য গ্যাস এবং দাহ্য সহায়ক গ্যাস :দাহ্য গ্যাস বলতে বুঝায় যে গ্যাস নিজে জ্বলে। আর অ-দাহ্য গ্যাস হল যে গ্যাস নিজে জ্বলে না, দাহ্য প্রয়াসকে জ্বালাতে সহায়তা করে। তাই এর অপর নাম সহায়ক গ্যাস।
- কোল বা মিথেন (Cool or Methane) দাহ্য গ্যাস
- (লিকুইড পেট্রোলিয়াম গ্যাস)
- বেনজল (Benzol)
- অক্সিজেন (Oxygen)
- হাইড্রোজেন (Hydrogen)
- এলপিজি (LPG)
- প্রোপেন (Propane)
- অ্যাসিটিলিন

- ১। অক্সিজেন বিশেষ উপাদানে তৈরি গ্যাস।
- ২। অক্সিজেন বর্ণহীন এবং গন্ধহীন গ্যাস।
- ৩। এই গ্যাসে কোন স্বাদ নেই।
- ৪। বায়ুমণ্ডল থেকে ২০% অক্সিজেন পাওয়া যায়।
- ৬। তাপমাত্রায় ধাতব পদার্থ অক্সিজেনের সঙ্গে মিশ্রিত হয়ে অক্সাইড তৈরি হয়। এই অক্সিজেন গলিত ধাতুতে অনেকটা হালকা থাকে।
- ৭। বায়ুমণ্ডল এর চাপে তরল অক্সিজেন প্রায় ৫০ পাউন্ড ওজন থাকে।
- ৮। তরল অক্সিজেনের রং সামান্য নীলাভ থাকে।
- ৯। তরল অক্সিজেন স্বচ্ছ থাকে। এক ভলিউম (Volume) তরল অক্সিজেন ৭৮২ পাউন্ড ভারী অক্সিজেন গ্যাস তৈরি করতে পারে।
- ১০। ১৮০০ বায়ুমণ্ডলের চাপে (Atmospheric pressure) তরল গ্যাস সিলিন্ডারে ভর্তি করা হয়। এটি পানিতে সামান্য দ্রবীভূত হয়।-
- ১২। অক্সিজেন নিজে দাহ্য নয়, তবে অন্য গ্যাসকে জ্বলতে সাহায্য করে।
- ১৩। বায়ুমণ্ডলের বায়ু অপেক্ষা একটু ভারী।
- ১৪। যে কোন দাহ্য গ্যাসের সঙ্গে মিশে প্রচণ্ড উত্তাপের সৃষ্টি করে।

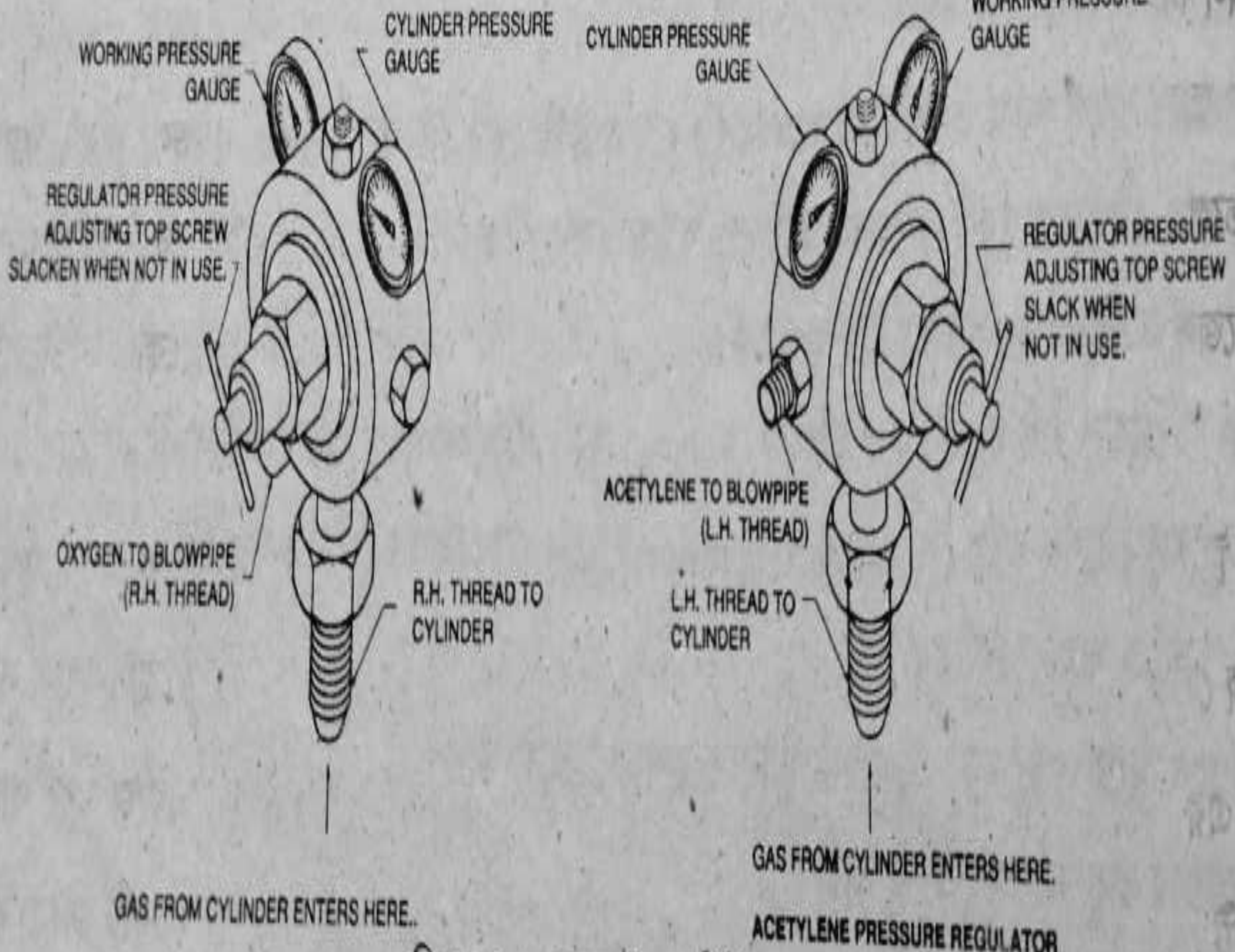
অক্সিজেনের ধর্ম বা গুণাগুণ

- অ্যাসিটিলিন একটি দাহ্য গ্যাস। কার্বন-হাইড্রোজেনের সংমিশ্রণে তৈরি হয়। রাসায়নিক ফর্মুলায় এর নাম C_2H_2। গুণাগুণ অনুসারে অ্যাসিটিলিন গ্যাস বর্ণহীন, সামান্য গন্ধযুক্ত। অল্প পানিতে ও অ্যালকোহলে দ্রাব্য। অ্যাসিটোন নামক এক প্রকার তরল রাসায়নিক পদার্থের সঙ্গে অ্যাসিটিলিন গ্যাস দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। ক্যালসিয়াম কার্বাইড (Calcium Carbide) CaC_2 পানির সঙ্গে দ্রবীভূত হয়ে অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। ক্যালসিয়াম কার্বাইড হল মেটাল ক্যালসিয়াম ও কার্বনেটের সংমিশ্রিত রাসায়নিক পদার্থ। একটি কণা বা পরমাণু (Atom) কার্বন এবং একটি পরমাণু মেটাল কার্বন, এক মলিকিউল (Molecule) বা অণু ক্যালসিয়াম

অ্যাসিটিলিন গ্যাস (Acetylene gas

- গ্যাস অতিরিক্ত চাপের মাধ্যমে সিলিন্ডারে ভর্তি করা হয়। প্রকৃতপক্ষে অক্সিজেন এবং অ্যাসিটিলিন উভয় গ্যাসকেই উচ্চ চাপে সিলিন্ডারে রাখা হয়। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে চাপের পরিমাণ কমানোর প্রয়োজন হয়। বস্তুতপক্ষে অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলিন রেগুলেটর দুইটি কার্য সম্পাদন করে। এরা সিলিন্ডার প্রেসার কমিয়ে প্রয়োজনীয় কার্যোপযোগী প্রেসার সরবরাহ করে এবং সিলিন্ডার প্রেসার উঠানামাকে স্থির রেখে গ্যাস সরবরাহ করে। এটিই রেগুলেটরের কার্যনীতি (Working principle)। ওয়েল্ডিং করার সময় সিলিন্ডারে যে চাপের গ্যাস থাকে তাকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য যে যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাকে গ্যাস প্রেসার রেগুলেটর বা সংক্ষেপে রেগুলেটর (Regulator) বলে। একে অনেক সময় প্রেসার রিডিউসিং ভাল্ভ (Pressure reducing valve) বা প্রেসার রিডাকশন ভাল্ভও(Pressure reduction valve) বলা হয়।

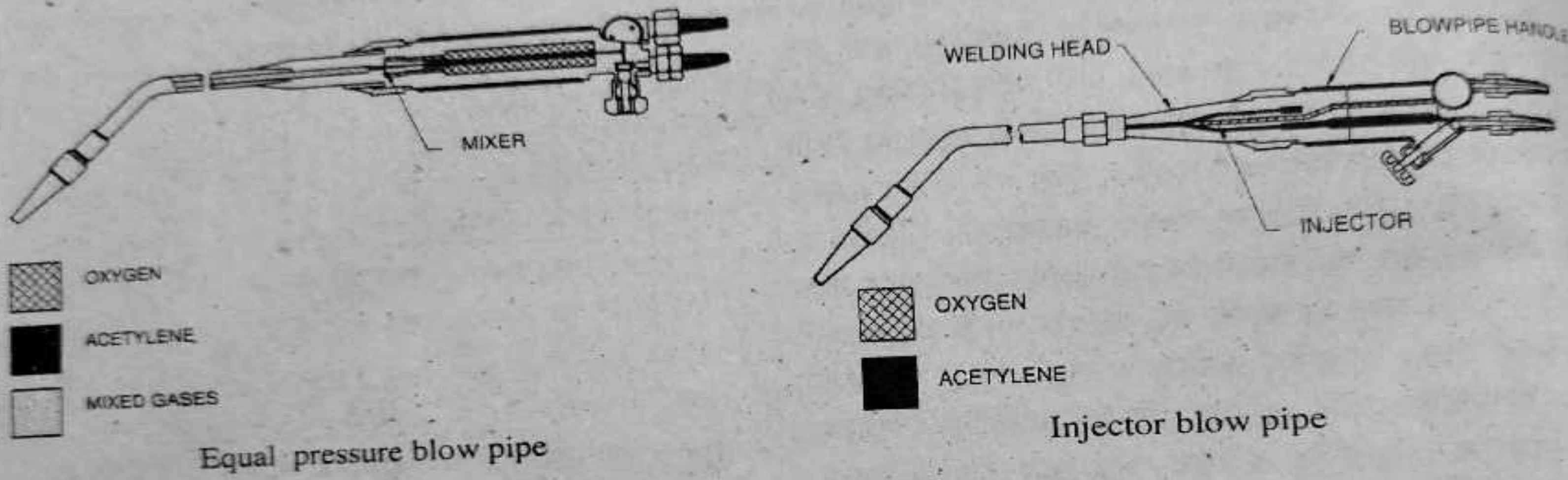
গ্যাস রেগুলেটরের কার্যনীতি



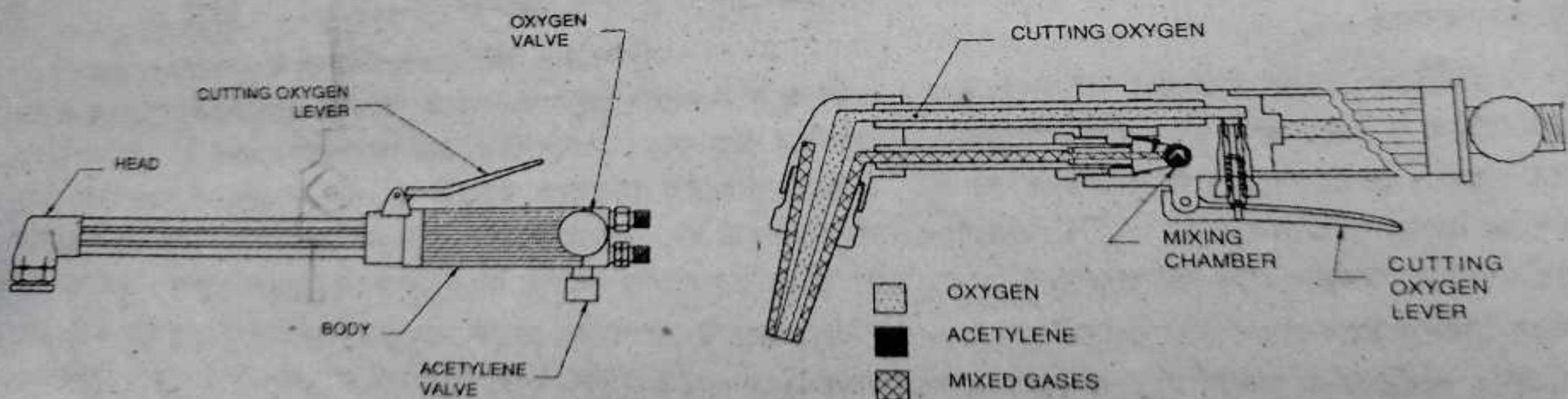
চিত্র ঃ ৪.১ রেগুলেটরের বিভিন্ন অংশ

- **ওয়েল্ডিং টর্চের শ্রেণিবিভাগ (Classification of welding torches) :**

- ১। হাই-প্রেসার ব্লো-পাইপ বা টর্চ (High pressure blow pipe or torches)।
- ২। লো প্রেসার ব্লো-পাইপ বা টর্চ (Low pressure blow pipe or torches) |



চিত্র ঃ ৪.৮ ওয়েল্ডিং টর্চের কর্তিত চিত্র



চিত্র ঃ ৪.৯ একটি কাটিং টর্চ

ওয়েল্ডিং টর্চ

- সোল্ডারিং (Soldering) : দুই বা ততোধিক ধাতুকে জোড়া দেওয়ার সময় তাদের না গলিয়ে জোড়া স্থানে 840°F (450°C) তাপমাত্রার চেয়ে কম গলনাঙ্কের ফিলার ধাতু বা সোল্ডার নামক ধাতু গলিয়ে জোড়া দেওয়ার পদ্ধতিকে সোল্ডারিং বলে। এই তাপমাত্রায় বেস মেটাল গলে না, শুধুমাত্র সোল্ডার গলে প্রক্রিয়া সম্পন্ন হয়। সোল্ডারিং জয়েন্ট ব্রেজিং এবং ওয়েল্ডিং এর চেয়ে অনেক হালকা হয়ে থাকে। গোল্ড, সিলভার, কপার, ব্রাশ এবং লোহা ইত্যাদি বেস মেটালকে সোল্ডারিং করা যায়। সাধারণত সোল্ডার সীসার (Lead) তৈরি হয়ে থাকে। সোল্ডারিং প্রক্রিয়ায় ফ্লাক্স (Flux) ব্যবহারের প্রয়োজন পড়ে না।

- ব্রেজিং (Brazing): দুই বা ততোধিক ধাতুকে জোড়া দেওয়ার সময় তাদেরকে না গলিয়ে জোড়া স্থানে 840°F (450°C) তাপমাত্রার চেয়ে বেশি গলনাঙ্কের ফিলার ধাতু গলিয়ে জোড়া দেওয়ার পদ্ধতিকে ব্রেজিং বলে। ব্রেজিং-এ ফ্লাক্স ব্যবহার করার প্রয়োজন পড়ে। ব্রেজিং জয়েন্ট সোল্ডারিং এর চেয়ে শক্তিশালী, কিন্তু ওয়েল্ডিং এর চেয়ে দুর্বল হয়ে থাকে

অধ্যায়:সোল্ডারিং অ্যান্ড ব্রেজিং

ওয়েল্ডিং (Welding)	সোল্ডারিং (Solaring)	ব্রেজিং (Brazing)
১। একই অথবা ভিন্ন ধাতুর তৈরি দুই খণ্ড ধাতুকে তাপের সাহায্য গলিত বা অর্ধগলিত অবস্থায় এনে চাপের সাহায্যে অথবা বিনা চাপে স্থায়ীভাবে জোড়া দেয়ার পদ্ধতিই হল ওয়েল্ডিং।	১। দুই বা ততোধিক ধাতুকে জোড়া দেয়ার সময় তাদের না গলিয়ে জোড়া স্থানে 840° ফা. তাপমাত্রার চেয়ে কম গলনাঙ্কের ফিলার ধাতু গলিয়ে জোড়া দেয়ার পদ্ধতিই সোল্ডারিং।	১। দুই বা ততোধিক ধাতুকে জোড়া দেয়ার সময় তাদের না গলিয়ে জোড়া স্থানে 840° ফা. তাপমাত্রার চেয়ে বেশি গলনাঙ্কের ফিলার ধাতু গলিয়ে জোড়া দেয়ার পদ্ধতিই ব্রেজিং।
২। ফিলার মেটাল ব্যবহার হতেও পারে আবার নাও হতে পারে।	২। ফিলার মেটাল অবশ্যই ব্যবহার হবে।	২। ফিলার মেটাল অবশ্যই ব্যবহার হবে।
৩। জোড়া স্থানে অত্যধিক তাপ উৎপন্ন হয় যেমন– আর্ক ওয়েল্ডিং এর সময় ৩৩০০° সে. হতে ৪৫০০° সে. পর্যন্ত হয়ে থাকে।	৩। জোড়া স্থানে তাপমাত্রা ৫০০°–৭০০° ফা. এর মধ্যে সীমাবদ্ধ।	৩। জোড়া স্থানের তাপমাত্রা ১১০০°– ১৯৮৩° ফা. এর মধ্যে সীমাবদ্ধ।
৪। ওয়েল্ডিং এ ফ্লাক্স ব্যবহার হতেও পারে আবার নাও হতে পারে।	৪। ফ্লাক্স ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না।	৪। ফ্লাক্স ব্যবহারের প্রয়োজন পড়ে।

- সোল্ডারিং এবং ব্রেজিং-এ ব্যবহৃত বিভিন্ন প্রকার ফ্লাক্সের বর্ণনা (Explain different types of:সোল্ডারিং এ তিন ধরনের ফ্লাক্স ব্যবহৃত হয়। যথা-
- ১। রেজিন ফ্লাক্স (RE) বা Resin
- ২। অর্গানিক ফ্লাক্স (OR) বা Organic এবং
- ৩। ইন-অগানিক ফ্লাক্স (IN) বা Inorganic.