प्राविधिक शिक्षा परिषद् उ० प्र० द्वारा स्वीकृत
नवीनतम् "N.S.Q.F." पाठ्यक्रमानुसार

सार्थक

ऊर्जा संरक्षण

(ENERGY CONSERVATION)

Kumar • Kumar

प्रयोगात्मक भाग सहित

AKC TECHNICAL CLASSES

Jai Prakash Nath Publications
Meerut

Up Polytechnic 4th Semester

Energy Conservation (ऊर्जा संरक्षण)

सभी Branches के Students के लिए

Chapterwise Syllabus Discussion

AKC TECHNICAL CLASSES

AKC TECHNICAL CLASSES

SYLLABUS

ENERGY CONSERVATION

Second Year (Fourth Semester)

RATIONALE

The requirementof energy has increased maniforlds in last two decades due to rapid urbanization and growth in industrial service sector. It has become challenging task to meet ever increasing energy demands with limited conventional fuels and natural resources. Due to fast depletion of fossil fuels and tremendous gap between supply and demand of energy. It is essential to adopt energy conservation techniques in almost every field like industries, commercial and residential sectors etc. Energy conservation has attained priority as it is regarded as additional energy resource. Energy saved is energy produced. This course covers the concepts of energy management and its conservation. It gives the insight to energy conservation opportunities in general industry and details out energy audit methodology and energy audit instruments.

DETAILED CONTENTS

1. Basic of Energy

1.1 Classification of energy, primary and secondary energy, commercial and non-commercial energy, non-renewable and renewable energy with special reference to soalr energy. Capacity factor of solar and wind power generators.

1.2 Global fuel reserve

1.3 Energy scenario in India and state of U.P. Sector-wise energy consumption domestic, industrial agricultural and other sectors.

1.4 Impact of energy usage on climate.

2. Energy Conservation and EC Act 2001

2.1 Intorduction to energy management, energy conservation, energy efficiency and its need.

2.2 Salient features of Energy Conservation Act 2001 & The Energy Conservation (Amendment) Act, 2010 and its importance. Prominent organizations at centre and state level responsible for its implementation.

2.3 Standards and Lebeling : Concept of star rating and its importance. Types of product available for star rating.

3. Electrical Supply System and Motors

3.1 Types of electrical supply system.

3.2 Single line diagram.

3.3 Loses in electrical power distribution system.

3.4 Understanding Electricity Bill : Transformers Tariff structure. Components of power (kW, kVA and kVAR) and power factor, improvement of power factor. Concept of sanctioned load, maximum demand, contract demand and monthly minimum charges (MMC).

3.5 Transformers : Introduction, Losses in transformer, transformer loading, Tips for energy savings in transformers.

3.6 Electric Motors

Types of motors. Losses in induction motors. Features and characteristics of energy efficient motors; Estimation of motor loading. Variation in efficiency and power factor with loading. Tips for energy savings in motors.

AKC TECHNICAL CLASSES

4. Energy Efficiency in Electrical Utilities

4.1 Pumps : Introduction to pump and its applications. Efficient pumping system operation. Energy efficiency in agriculture pumps. Tips energy saving in pumps.

4.2 Compressed Air System : Types of air compressor and its applications, Leakage test. Energy saving opportunities in compressors.

4.3 Energy Conservation in HVAC and Refrigeration System : Introduction, Concept of Energy Efficiency Ratio (EER). Energy saving opportunities in Heating. Ventilation and Air Conditioning (HVAC) and Refrigeration Systems.

5. Lighting and DG Systems

5.1 Lighting Systems : Basic definitions, Lux, lumen and efficacy. Types of different lamps and their features. Energy efficient practices in lighting.

5.2 DG Systems : Introduction, Energy efficiency opportunities in DG systems, Loading estimation.

6. Energy Efficiency in Thermal Utilities

6.1 Thermal Basics : Thermal energy, Energy content in fuels. Energy Units and its conversions in terms of Metric Tonne of Oil Equipment (MTOE).

6.2 Energy Conservation in boilders and furnaces : Introduction and types of boilers. Energy performance assessment of boilers. Concept of stoichiometric air and excess air for combustion. Energy conservation in boilers and furnaces. Do's and Don'ts for effcient use of boilers and furnaces.

6.3 Cooling Towers : Basic concept of cooling towers, Tips for energy savings in cooling towers.

6.4 Efficient Steam Utilization.

7. Energy Conservation Building Code (ECBC)

7.1 ECBC and its salient features.

7.2 Tips for energy savings in buildings : New Buildings, Existing Buildings.

8. Waste Heat Recovery and Co-Generation

8.1 Concept, classification and benefits of waste heat recovery.

8.2 Concept and types of co-generation system.

9. General Energy Saving Tips

Energy saving tips in :

9.1 Lighting
9.2 Room Air Conditioner
9.3 Refrigerator
9.4 Water Heater
9.5 Computer
9.6 Fan, Heater, Blower and Washing Machine
9.7 Colour Television
9.8 Water Pump
9.9 Cooking
9.10 Transport

10. Energy Audit

10.1 Types and methodology
10.2 Energy audit instruments
10.3 Energy auditing reporting format

AKC TECHNICAL CLASSES

विषय सूची

अध्याय ... पृष्ठ संख्या

1. ऊर्जा के मूल तत्व 1-13
(Basics of Energy)

2. ऊर्जा संरक्षण तथा ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 14-24
(Energy Conservation and Energy Conservation Act 2001)

3. विद्युत सप्लाई सिस्टम तथा मोटर 25-67
(Electrical Supply System and Motor)

4. विद्युत उपयोग में ऊर्जा दक्षता 68-95
(Energy Efficiency in Electrical Utilities)

5. लाइटिंग तथा डी०जी० सिस्टम 96-113
(Lighting and DG System)

6. ऊष्मा उपयोग में ऊर्जा दक्षता 114-159
(Energy Efficiency in Thermal Utilities)

7. ऊर्जा संरक्षण भवन कोड 160-168
(Energy Conservation Building Code-ECBC)

8. अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति तथा सह-उत्पादन 169-196
(Waste Heat Recovery and Co-Generation)

9. ऊर्जा बचत के सामान्य उपाय 197-202
(General Energy Saving Tips)

10. ऊर्जा लेखा-परीक्षा 203-221
(Energy Audit)

- प्रयोगात्मक कार्य 222-233
(Practical Works)

- मॉडल पेपर 234

AKC TECHNICAL CLASSES

1

ऊर्जा के मूल तत्व
(Basics of Energy)

AKC TECHNICAL CLASSES

परिचय (Introduction)

आदिकाल से ही मनुष्य एवं ऊर्जा में एक अटूट सम्बन्ध रहा है। मनुष्य के सम्पूर्ण कार्य-कलाप ऊर्जा पर ही निर्भर रहे हैं; जैसे कि भोजन बनाना, पशुओं द्वारा करवाया गया कार्य आदि। वास्तव में जब आदिकाल में मनुष्य ने अपनी आँखें खोलीं तो जीवन हेतु उसे मूल आवश्यकता भोजन की ही रही है। भोजन को प्राप्त करने के चक्कर में उसने बायोमास का सहारा लिया। इस बायोमास को प्राप्त करने के लिये उसने अन्य कई कार्य, किये जिसमें पशुपालन, कृषि, पवन ऊर्जा व सौर ऊर्जा का उपयोग भी सम्मिलित है। इस प्रकार से मनुष्य लकड़ी को ईंधन के रूप में उपयोग करता हुआ शनैः शनैः आज ऊर्जा के अन्य विकल्पों जैसे सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा एवं प्राकृतिक गैस आदि का भी उपयोग करने लगा है।

मनुष्य के अत्यधिक उपयोग द्वारा इन ईंधनों जैसे जीवाश्म ईंधन (Fossil Fuel) (कोयला, पैट्रोलियम एवं प्राकृतिक गैस) आदि का भंडार दिन-प्रतिदिन कम होता जा रहा है; क्योंकि आज विश्व में इनकी माँग बढ़ रही है। यदि इतनी द्रुतगति से ये ईंधन खर्च होते रहे तो एक दिन विश्व के समस्त ईंधन भंडार रिक्त हो जायेंगे। इसी कारण विश्व में ऊर्जा संकट गहराया हुआ है। वास्तव में इनके अतिरिक्त कई अन्य समस्यायें भी उत्पन्न हो रही हैं; जैसे कि प्रदूषण की समस्या, ईंधन के मूल्यों में अप्रत्याशित वृद्धि, वनों का कटाव एवं भूमि का कटाव आदि।

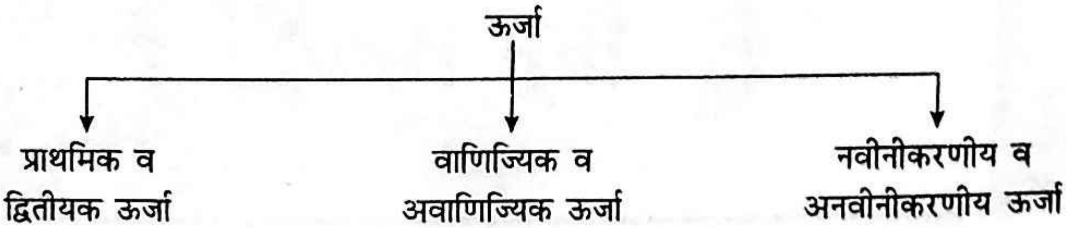
इन समस्याओं से आज विश्व जूझ रहा है व आज मनुष्य वैकल्पिक ईंधन की ओर रुझान रखने लगा है; जैसे कि नाभिकीय ऊर्जा, सौर ऊर्जा व पवन ऊर्जा आदि। यदि इन ईंधनों का समुचित प्रबन्धन हो जाये तो इस समस्या के हल में एक छोटी सी पहल होगी।

ऊर्जा

सभी प्रकार की मशीनों और यन्त्रों को चलाने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊर्जा का शाब्दिक अर्थ कार्य सम्पादन क्षमता से है। कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। ऊर्जा के बिना कोई भी कार्य करना या होना सम्भव ही नहीं है। ऊर्जा के बिना न तो पृथ्वी पर जीवन सम्भव है, न ही पृथ्वी (earth) और ब्रह्माण्ड (universe) का अस्तित्व (existence) संभव है। पृथ्वी पर कोई भी कार्य करने के लिए, जीव-जन्तुओं के उद्भव के लिए पृथ्वी समेत सभी ग्रहों व उपग्रहों के निर्माण के लिए और उपग्रहों द्वारा ग्रहों का परिक्रमण करने के लिए तथा ग्रहों द्वारा सूर्य का परिक्रमण करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। वर्तमान मशीनी युग में तो ऊर्जा की आवश्यकता कुछ अधिक ही है। सभी प्रकार की मशीनों या यन्त्रों को चलाने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

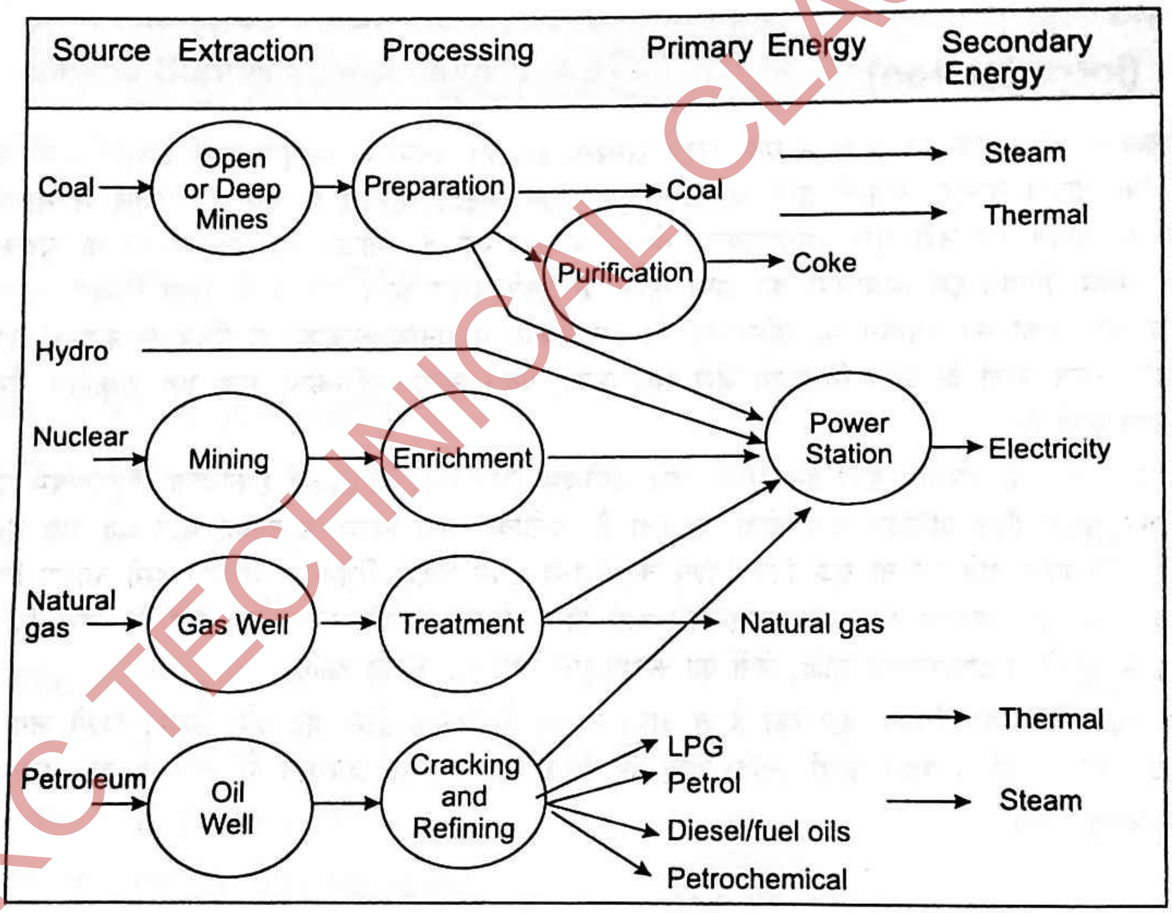
ऊर्जा का वर्गीकरण (Classification of Energy)

किसी भी देश के विकास हेतु ऊर्जा एक महत्वपूर्ण संसाधन होता है। ऊर्जा कई प्रकार की होती है।



प्राथमिक तथा द्वितीयक ऊर्जा (Primary and Secondary Energy)

प्राथमिक ऊर्जा स्रोत वे है जो या तो प्रकृति में पाए जाते हैं या प्रकृति में इकट्ठा हैं। मुख्यतः प्राथमिक ऊर्जा के स्रोत कोयला, तेल, प्राकृतिक गैस तथा बायोमास (जैसे कि लकड़ी), अन्य प्राथमिक ऊर्जा स्रोतों में उपलब्ध परमाणु ऊर्जा रेडियोधर्मी पदार्थ से, पृथ्वी के अन्दर उपलब्ध तापीय ऊर्जा या पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण के कारण संभावित ऊर्जा शामिल है। मुख्यतः प्राथमिक तथा द्वितीयक ऊर्जा स्रोतों को चित्र 1.1 में दिखाया गया है।



चित्र 1.1 : Major Primary and Secondary Sources

प्राथमिक ऊर्जा स्रोत ज्यादातर औद्योगिक उपयोगिता में द्वितीयक ऊर्जा में परिवर्तित होते हैं। उदाहरण के लिये कोयला, तेल तथा गैस, भाप तथा विद्युत में परिवर्तित हो जाते हैं। प्राथमिक ऊर्जा को सीधे भी इस्तेमाल किया जा सकता है। कुछ ऊर्जा स्रोतों को नान-ऊर्जा स्रोतों के रूप में उपयोग किया जाता है; जैसे कि कोयला तथा प्राकृतिक गैस को खाद बनाने वाले संयन्त्र में फीडस्टॉक (feedstock) के रूप में उपयोग किया जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

वाणिज्यिक ऊर्जा तथा अवाणिज्यिक ऊर्जा (Commercial Energy and Non-Commercial Energy)

वाणिज्यिक ऊर्जा (Commerrcial Energy)

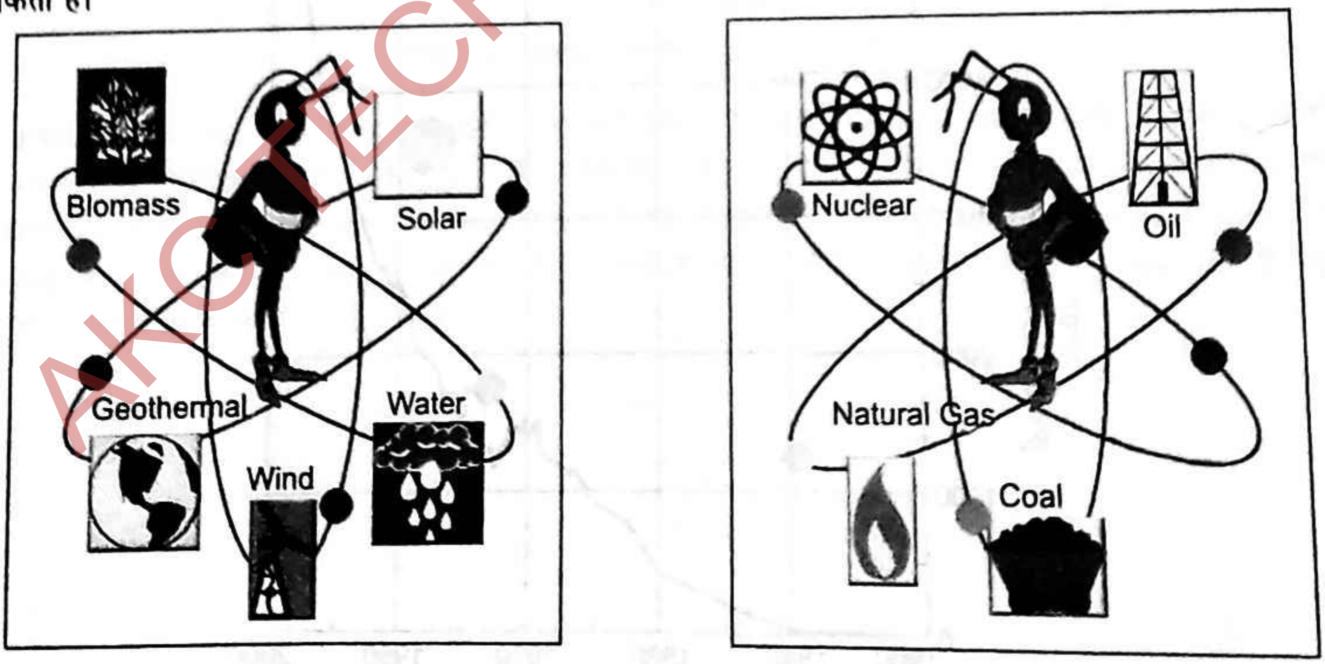
वह ऊर्जा स्रोत जो बाजार में निश्चित कीमत पर उपलब्ध रहते हैं। वाणिज्यिक ऊर्जा कहलाती है। वाणिज्यिक ऊर्जा बिजली, कोयला तथा शुद्ध पेट्रोलियम से बने उत्पाद के रूप में उपलब्ध है। वाणिज्यिक ऊर्जा आधुनिक दुनिया में औद्योगिक, कृषि, परिवहन और वाणिज्यिक विकास का आधार बनती है। औद्योगिक देशों में वाणिज्यिक ईंधन न केवल आर्थिक उत्पादन के लिए, बल्कि सामान्य आबादी में कई घरेलू कार्यों के लिए भी प्रमुख स्रोत है; जैसे बिजली, लिग्नाइट, कोयला, तेल, प्राकृतिक गैस आदि।

अवाणिज्यिक ऊर्जा (Non-Commercial Energy)

वह ऊर्जा स्रोत जो मूल्य के लिए वाणिज्यिक बाजार मे उपलब्ध नही है, उन्हें अवाणिज्यिक ऊर्जा के रूप में वर्गीकृत किया गया है। अवाणिज्यिक ऊर्जा स्रोतों में जलाने वाली लकड़ी, पशुओं का गोबर तथा कृषि अपशिष्ट (Agriculture waste) जैसे ईंधन शामिल हैं। जो पारंपरिक रूप से इकट्ठा किये जाते हैं, जिन्हें पैसे से नहीं खरीदा जा सकता तथा ज्यादातर गाँव के प्रत्येक घर में उपयोग किया जाता है, इन्हें पारंपरिक ईंधन भी कहा जाता है। अवाणिज्यिक ऊर्जा को ऊर्जा के रूप में नही जोड़ा जाता है। जैसे कि जलने वाली लकड़ी, कृषि अपशिष्ट, पानी गर्म करने के लिये सौर ऊर्जा, बिजली उत्पादन के लिये सौर ऊर्जा, अनाज सुखाने के लिये सौर ऊर्जा, मछली तथा फल परिवहन के लिये पशु शक्ति, सिंचाई के लिये पानी की व्यवस्था पशु द्वारा, गन्ने की पेराई के लिये पशु शक्ति, पानी तथा बिजली उत्पादन के लिये पवन ऊर्जा।

नवीकरणीय और गैर-नवीकरणीय ऊर्जा (Renewable and Non-Renewable Energy)

नवीकरणीय ऊर्जा वह ऊर्जा है जो अक्षय ऊर्जा स्रोतों से प्राप्त होती है तथा जिसे समाप्त नहीं किया जा सकता है; जैसे कि पवन ऊर्जा, सोलर ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा, ज्वारीय ऊर्जा तथा जल विद्युत पावन (जैसे कि चित्र 1.2 में) नवीकरणीय ऊर्जा की सबसे बड़ी खासियत यह है कि उसका दोहन बिना किसी हानिकारक प्रदूषण के छोड़े बिना किया जा सकता है।



Renewable — Non-Renewable

चित्र 1.2 : Renewable and Non-renewable Energy

AKTU TECHNICAL CLASSES

गैर-नवीकरणीय ऊर्जा

गैर-नवीकरणीय ऊर्जा एक पारंपरिक जीवाश्म ईंधन है; जैसे कि कोयला, तेल तथा गैस, जो समय के साथ समाप्त हो सकता है।

ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोत तथा ऊर्जा के गैर-नवीकरणीय स्रोत में अन्तर

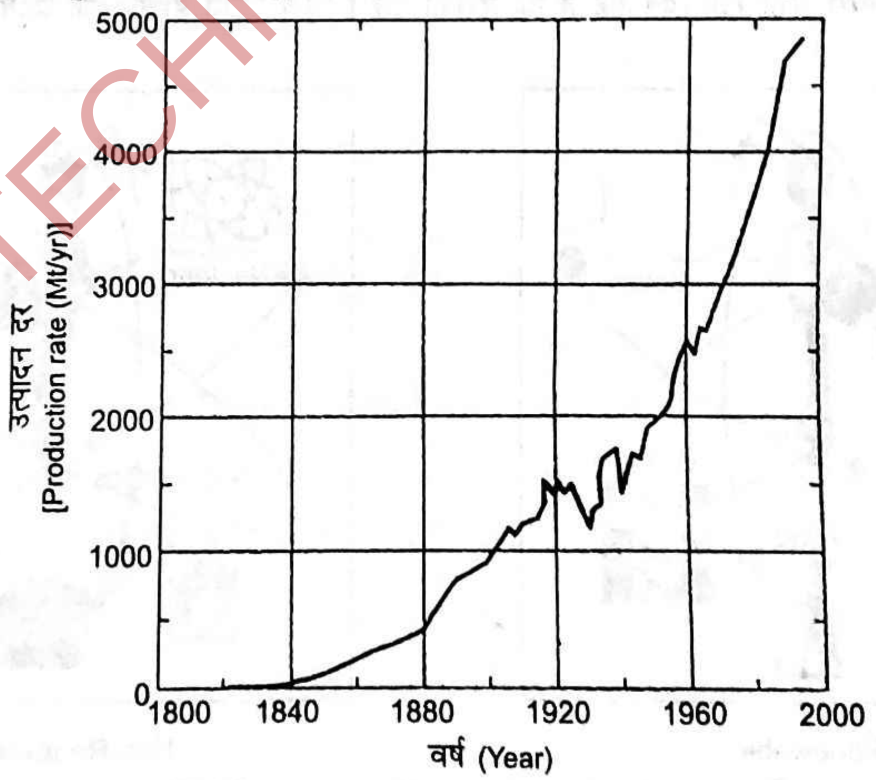
	ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोत	ऊर्जा के गैर-नवीकरणीय स्रोत
1.	ये लगातार प्राप्त किये जा सकते हैं।	ये लगातार प्राप्त नहीं किये जा सकते है।
2.	ये कभी समाप्त नहीं होते अर्थात् यह पुन: विकसित हो जाते हैं।	ये कुछ समय बाद समाप्त हो जाते हैं। तथा यह पुन: विकसित नहीं होते।
3.	इन्हें अपम्परागत ऊर्जा के स्रोत कहते हैं।	ये परम्परागत स्रोत कहे जाते हैं।
4.	ये प्रदूषण पैदा नहीं करते है।	ये प्रदूषण पैदा करते हैं।

विश्व में ऊर्जा का भविष्य (Global Energy Scenario)

आज विश्व ऊर्जा का भविष्य क्या होगा यह एक प्रश्न है, परन्तु इसके लिये निम्न प्रकार के ईंधनों के बारे में अध्ययन करते हैं।

जीवाश्म ईंधन (Fossil Fuels)

कोयला—कोयला जीवाश्म ईंधन का एक रूप है जो कि वनस्पतियों के कारण बनता है। इसको बनने में हजारों वर्ष लग जाते हैं। विश्व में कोयले की उत्पादकता को चित्र संख्या 1.3 में प्रदर्शित किया गया हैं। जिसके आधार पर कह सकते हैं कि कोयला 6.9×10^6 से 11.8×10^6 मीट्रिक टन (Metric Tonnes) है। जबकि रूस, चीन व संयुक्त राज्य अमेरिका में लगभग 70 प्रतिशत विश्व उत्पादन का सुरक्षित-भण्डार है। जिस प्रकार से एक महाजन सूद के रूप में ब्याज लेता है फिर ब्याज चक्रवृद्धि दर से लेता है, ठीक इसी प्रकार से कोयले की खपत भी इसी ढंग से बढ़ रही है।

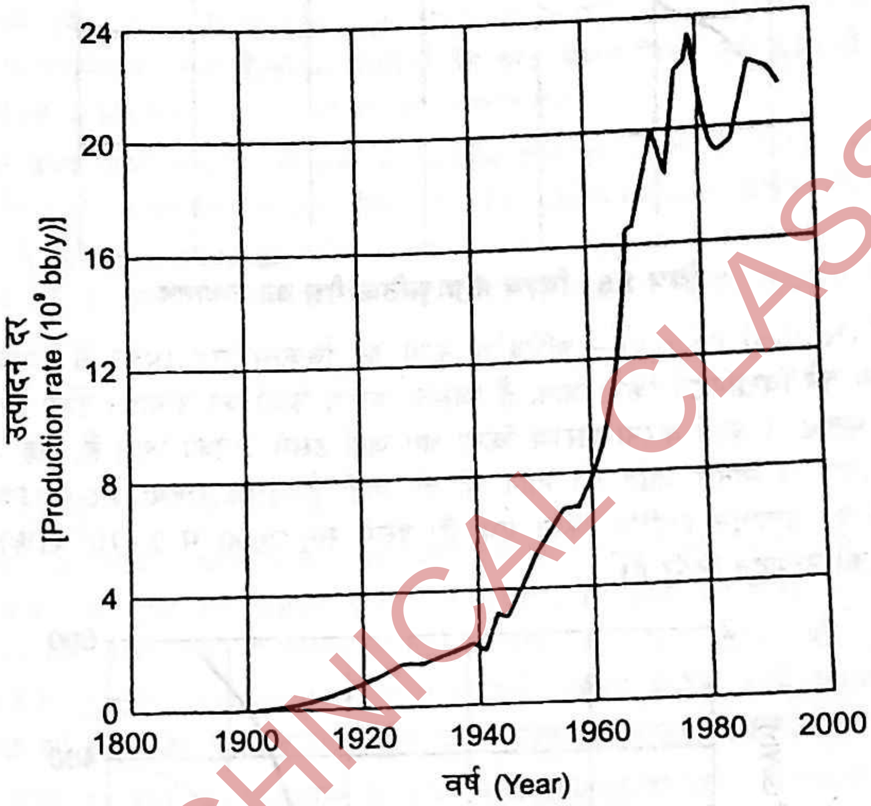


चित्र 1.3 : कोयले का विश्व में उत्पादन

AKC TECHNICAL CLASSES

पिछले 131 वर्षों में कोयले का उत्पादन बढ़कर 4.9×10^6 मीट्रिक टन प्रतिवर्ष हो गया है। यदि यही खपत जारी रही तो सन् 2250 तक लगभग कोयले के समस्त भंडार रिक्त हो जायेंगे।

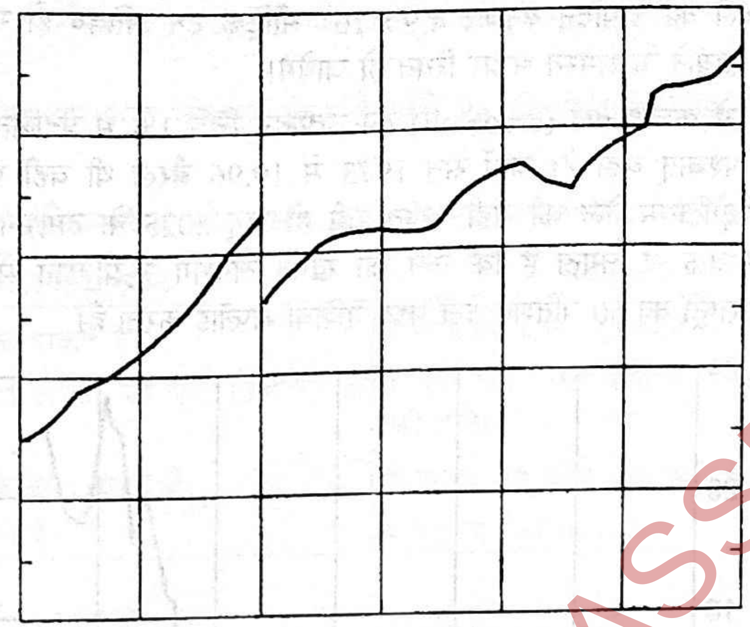
तेल (Oil)—इसी प्रकार से कच्चा तेल (crude oil) का उत्पादन चित्र 1.4 में प्रदर्शित किया गया हैं। इसकी खपत में वृद्धि द्वितीय विश्व युद्ध के पश्चात् बढ़ी है। जहाँ सन् 1973 में 19.96 बैरल थी वहीं पर आज यह 23.2 बैरल है। इससे यह लगता है कि यदि पैट्रोलियम तेल की यही खपत रही हो सन् 2025 के लगभग समस्त तेल भंडार रिक्त हो जायेंगे। कच्चे तेल के उत्पादन वक्र से लगता है कि तेल की खपत लगभग 7 प्रतिशत से ज्यादा प्रतिवर्ष बढ़ रही है। जबकि विश्व में पैट्रोल उत्पादन राष्ट्रों का 50 प्रतिशत तेल मध्य एशिया सप्लाई करता है।



चित्र 1.4 : कच्चे तेल का विश्व में उत्पादन

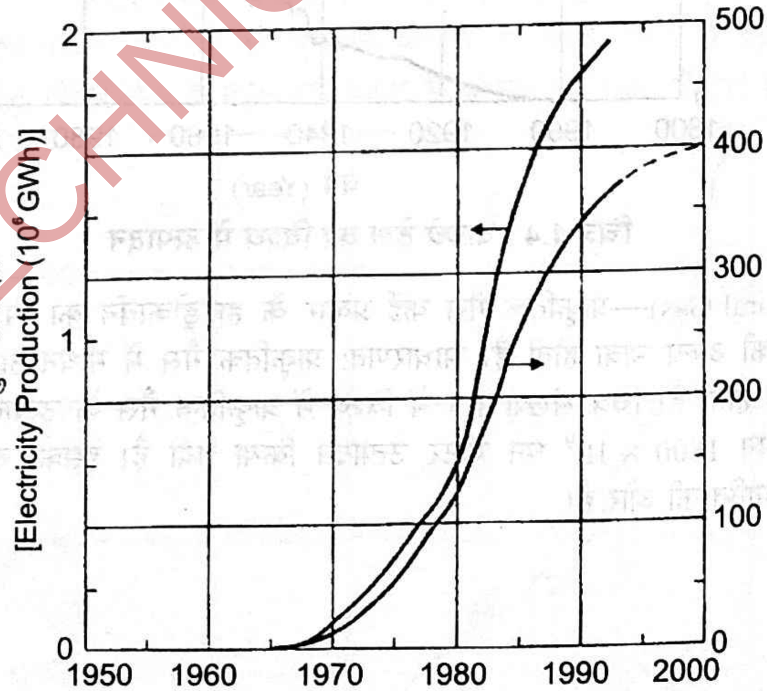
प्राकृतिक गैस (Natural Gas)—प्राकृतिक गैस कई प्रकार के हाइड्रोकार्बन का मिश्रण होती है। इसके अतिरिक्त इसमें अकार्वनिक यौगिकों की अल्प मात्रा होती है। साधारणत: प्राकृतिक गैस में मीथेन 50 प्रतिशत व इथेन 20 प्रतिशत तथा प्रोपेन 10 प्रतिशत तक होती है। चित्र संख्या 1.5 में विश्व में प्राकृतिक गैस के उत्पादन को प्रदर्शित किया गया है। सन् 1990 में इसका लगभग 1800×10^9 घन मीटर उत्पादन किया गया है। इसकी खपत भी बढ़ रही है यह भी पैट्रोलियम की भाँति शीघ्र समाप्ति की ओर है।

AKTU TECHNICAL CLASSES



चित्र 1.5 : विश्व में प्राकृतिक गैस का उत्पादन

नाभिकीय ऊर्जा (Nuclear Energy)—नाभिकीय ऊर्जा का विकास सन् 1957 में संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा हुआ है। इसमें परमाणुओं को विखण्डित किया जाता है जिसके कारण ऊर्जा का उत्पादन होता है। सन् 1957 में विश्व में पहली नाभिकीय शक्ति प्लान्ट ने कार्य करना प्रारम्भ किया था। जहाँ इसमें अनेकों लाभ हैं, वहाँ पर इसके कारण रेडियो धर्मिता के प्रसार से प्रदूषण व मानव जाति को हानि भी हो जाती है। चित्र संख्या 1.6 में विश्व में नाभिकीय शक्ति प्लान्ट द्वारा वैद्युत ऊर्जा का उत्पादन प्रदर्शित किया गया है। इसमें सन् 2000 में 2×10^6 GWh का उत्पादन हुआ है। इसी पर भविष्य में ऊर्जा का उत्पादन निर्भर है।



चित्र 1.6 : विश्व में परमाणु संयंत्रों द्वारा वैद्युत उत्पादन एवं क्षमता

जल शक्ति (Hydro Power)—जलशक्ति का उपयोग लगभग 100 वर्षों से अधिक समय से हो रहा है। इसमें जल की धारा को एक टरबाइन पर डाल कर वैद्युत का उत्पादन करते हैं। इसी प्रकार इसमें लघु शक्ति उत्पादन क्षमता वाले तथा अधिक शक्ति उत्पादन क्षमता वाले बिजली घर होते हैं। आजकल तो माइक्रो हाईडिल प्रोजेक्ट पर भी बहुत कार्य चल रहा है। इसमें चीन, सूडान, नेपाल, भूटान व इण्डोनेशिया एवं भारत अग्रणी राष्ट्रों में आते हैं।

ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोतों की आवश्यकता (Need for Alternative Sources of Energy)

ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोतों की आवश्यकता क्यों पड़ रही है? इसका कारण स्पष्ट है कि भूमि से कोयला, पेट्रोलियम पदार्थों, अन्य खनिज धातुओं का अत्यधिक दोहन हो रहा है क्योंकि विश्व में जनसंख्या वृद्धि हो ही रही है, साथ ही साथ ऊर्जा की माँग में चक्रवती दर से वृद्धि भी हो रही है। विश्व का प्रत्येक प्राणी सुविधा-भोगी हो गया है। जीवाश्म ईंधन भंडार समाप्ति की ओर है। वैज्ञानिकों का अनुमान है कि अगले 50 वर्षों के अन्दर ये स्रोत समाप्त हो जायेंगे। वैज्ञानिक तो यहाँ तक आशा करते हैं कि कोयले के भंडार भी लगभग सन् 2250 ई० तक समाप्त हो जायेंगे। विश्व आज जल की कमी से परेशान है, कुछ वैज्ञानिक कहते हैं कि यदि तीसरा विश्व युद्ध हुआ तो वह जल के कारण होगा। उदाहरण के लिये कर्नाटक व तमिलनाडु में जल बँटवारे की समस्या है।

अत: नाभिकीय शक्ति द्वारा ऊर्जा उत्पादन ही एक दीर्घकालीन हल हो सकता है; परन्तु इसमें नाभिकीय कचरा विश्व के लिये एक खतरा है। इसके कचरे का निस्तारण कैसे करें और कहाँ करें? आशा है कि इस समस्या का भी एक हल निकल आयेगा। विश्व में ऊर्जा की बढ़ती हुई माँग को पूरा करने के लिए अन्य विकल्पों अर्थात् अन्य वैकल्पिक ऊर्जा के स्रोतों की आवश्यकता है; जैसे कि सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा, जीवाश्म द्वारा उत्पादित ऊर्जा आदि। इसके अतिरिक्त ऐसे यंत्र भी डिजाइन होने चाहिये जो इस ऊर्जा के अधिकतम भाग को कार्य में लायें तथा ऊर्जा को व्यर्थ नहीं जाने दें। इससे यंत्रों, मशीन व अन्य उपकरणों की दक्षता भी बढ़ेगी तथा कार्य भी सुचारू रूप से होंगे।

भूमंडलीय ऊष्मीकरण (Global Warming)

भूमंडलीय ऊष्मीकरण (या ग्लोबल वार्मिंग) का अर्थ पृथ्वी की निकटस्थ-सतह, वायु और महासागर के औसत तापमान में 20वीं शताब्दी से हो रही वृद्धि और उसकी अनुमानित निरंतरता है। पृथ्वी की सतह के निकट विश्व की वायु के औसत तापमान में 2005 तक 100 वर्षों के दौरान 0.74 ± 0.18°C (1.33 ± 0.32°F) की वृद्धि हुई है। जलवायु परिवर्तन पर बैठे अंतर सरकार (intergovernmental) पैनल ने निष्कर्ष निकाला है कि 20वीं शताब्दी के मध्य से संसार के औसत तापमान में जो वृद्धि हुई है, इसका मुख्य कारण मनुष्य द्वारा निर्मित ग्रीन हाऊस गैसें हैं।

जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है, धरती के वातावरण के तापमान में लगातार हो रही विश्वव्यापी बढ़ोत्तरी को ग्लोबल वार्मिंग कहा जा रहा है। हमारी धरती सूर्य की किरणों से ऊष्मा प्राप्त करती है। ये किरणें वायुमंडल से गुजरती हुई धरती की सतह से टकराती हैं और फिर वहीं से परावर्तित होकर पुन: लौट जाती हैं। धरती का वायुमंडल कई गैसों से मिलकर बना है जिनमें कुछ ग्रीनहाउस गैसें भी शामिल हैं। इनमें से अधिकांश धरती के ऊपर एक प्रकार से प्राकृतिक आवरण बना लेती हैं जो लौटती किरणों के एक हिस्से को रोक लेता है और इस प्रकार धरती के वातावरण को गर्म बनाए रखता है। गौरतलब है कि मनुष्यों, प्राणियों और पौधों के जीवित रहने के लिए कम से कम 16°C तापमान आवश्यक होता है। वैज्ञानिकों का मानना है कि ग्रीन हाऊस गैसों में बढ़ोत्तरी होने पर यह आवरण और भी सघन या मोटा होता जाता है। ऐसे में यह आवरण सूर्य की अधिक किरणों को रोकने लगता है और फिर यहीं से ग्लोबल वार्मिंग के दुष्प्रभाव शुरू हो जाते हैं।

आई०पी०सी०सी० द्वारा दिये गये जलवायु परिवर्तन के मॉडल इंगित करते हैं कि धरातल का औसत ग्लोबल तापमान 21वीं शताब्दी के दौरान और अधिक बढ़ सकता है। सारे संसार के तापमान में होने वाली इस वृद्धि से निम्नलिखित संभावित खतरे सम्मिलित हैं।

ग्लोबल वार्मिंग के दुष्प्रभाव

- पर्यावरण के तापमान में वृद्धि हो रही है। इसके साथ-साथ हवा के संचरण में बदलाव आ गया है।
- नई-नई बीमारियाँ पैदा हो रही हैं। विभिन्न प्रकार के त्वचा एवं एलर्जी संबंधी रोग बढ़ रहे हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

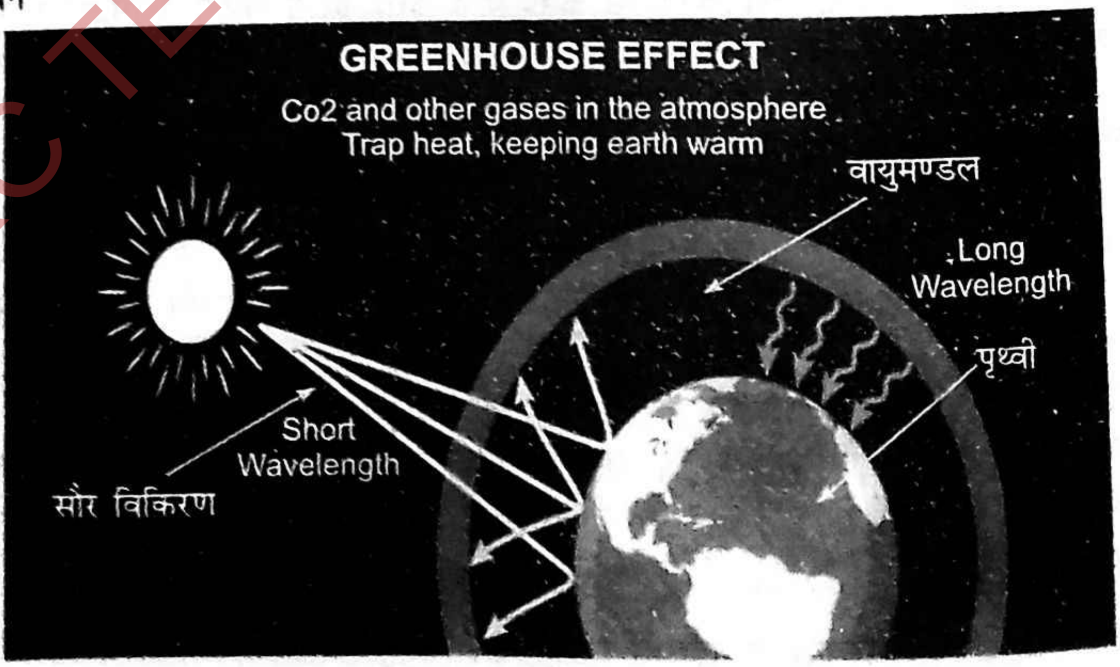
- कार्बन-मोनो-ऑक्साइड की अधिकता से साँस लेने में परेशानी के साथ अन्य असाध्य रोगों की संख्या बढ़ रही है।
- पृथ्वी का तापमान बढ़ने से ग्लेशियरों के पिघलने की दर प्रतिवर्ष बढ़ रही है, जिससे बहुत से देशों में बाढ़ का गंभीर खतरा पैदा हो गया है। अमेरिका के भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण-दल की रिपोर्ट के अनुसार मोंटाना ग्लेशियर नेशनल पार्क के 50 ग्लेशियरों में से अब इनकी संख्या मात्र 25 रह गई है।
- बारिश चक्र में बदलाव के कारण गर्मी, बारिश और ठंड के मौसम की अवधि में भी बदलाव आ रहा है। आग लगने, तूफान तथा बाढ़ आने का खतरा एवं चक्रवात की आवृत्ति बढ़ रही है।
- कुछ हिस्सों में अतिवर्षा तो कुछ हिस्सों में अतिसूखा पड़ रहा है। सूखे के कारण देश-विदेश के कुछ हिस्सों में खेती करना असंभव होता जा रहा है।
- पर्यावरण में विषाक्त गैसें उत्पन्न हो रही हैं।
- पशु-पक्षियों व अन्य प्रजातियों के लुप्त होने का खतरा बढ़ रहा है।
- ओजोन परत में कमी आ रही है।
- नदियाँ सूख रही हैं तथा भूजल स्तर बहुत नीचे जा रहा है। समुद्र का जल-स्तर बढ़ने से जलीय जीवों के जीवन पर भी बुरा असर पड़ रहा है।

ग्रीन हाउस प्रभाव (Green House Effect)

ग्रीन हाउस प्रभाव का अर्थ ग्रीन हाउस गैसों के उत्सर्जन से पृथ्वी के तापमान में होने वली वृद्धि से है वायुमण्डल में उपस्थित विकिरणशील गैसों द्वारा हर तरफ अपना प्रभाव फैलाया जाता है, जिससे इन गैसों द्वारा पृथ्वी की सतह और भी गर्म हो जाती है।

विकिरण की तेजी ग्रीन हाउस गैसों के वायुमण्डल में उपस्थित और तापमान में तेजी द्वारा निर्धारित होती है। इनमें से मुख्य ग्रीन हाउस गैस हैं—

- कार्बन डाई ऑक्साइड
- जलवाष्प
- ओजोन
- नाइट्रस ऑक्साइड
- मीथेन



चित्र 1.7 : ग्रीनीहाऊस प्रभाव

AKC TECHNICAL CLASSES

वायुमण्डल में ग्रीन हाऊस गैसों का निर्माण प्राकृतिक रूप से होता है। परन्तु मुख्यत: वनों की कटाई तथा जीवाश्म ईंधन के दहन जैसी मानव गतिविधियों द्वारा इनकी उपस्थिति में वृद्धि हो जाती है।

औद्योगिक क्रांति के शुरूआत से ही वायुमण्डल में मीथेन की मात्रा दोगुनी हो चुकी है। इसके साथ ही कार्बन डाई ऑक्साइड की मात्रा भी 30% बढ़ चुकी है।

ओजोन परत क्षय (Depletion of Ozone Layer)

ओजोन की परत हानिकारक पराबैंगनी किरणों को पृथ्वी के वायुमण्डल में प्रवेश करने से रोकती है। वर्षों से ओजोन परत के क्षय होने के कारण, ओजोन परत में कई छेद हो गये हैं। इसी के माध्यम से अब हानिकारक विकिरण वातावरण में प्रवेश करने लगता है। ओजोन परत क्षय के कारण कैंसर जैसी बीमारियों के नकारात्मक प्रभाव बढ़ जाते हैं; जोकि चित्र 1.8 से स्पष्ट है।

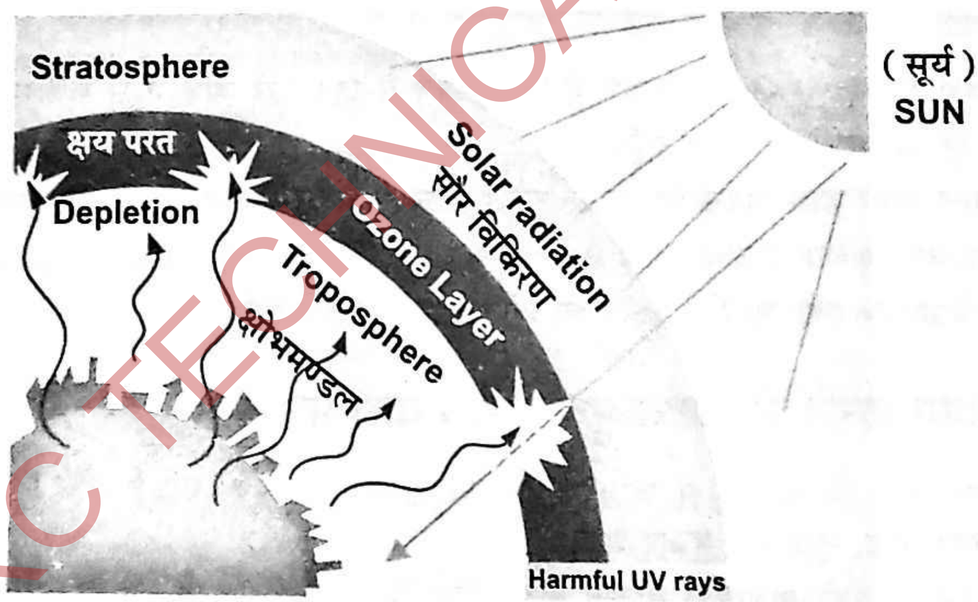
ये तरंग दैर्ध्य किरणें पौधों और जीव-जन्तुओं को नुकसान पहुँचाने के अलावा मनुष्य में त्वचा कैंसर, सनबर्न और मोतियाबिन्द आदि बीमारियाँ पैदा करती हैं।

ओजोन प्रक्रिया में कई प्रक्रियाएँ शामिल हैं, लेकिन कुछ प्रक्रिया निम्न हैं—

$$Cl + O_3 \longrightarrow ClO + O_2$$
$$ClO + O \longrightarrow Cl + O_2$$
$$O_3 + O \longrightarrow 2O_2$$

शुद्ध प्रभाव

ओजोन परत को क्षय करने के लिए क्लोरो-फ्लोरो कार्बन उत्तरदायित्व है।



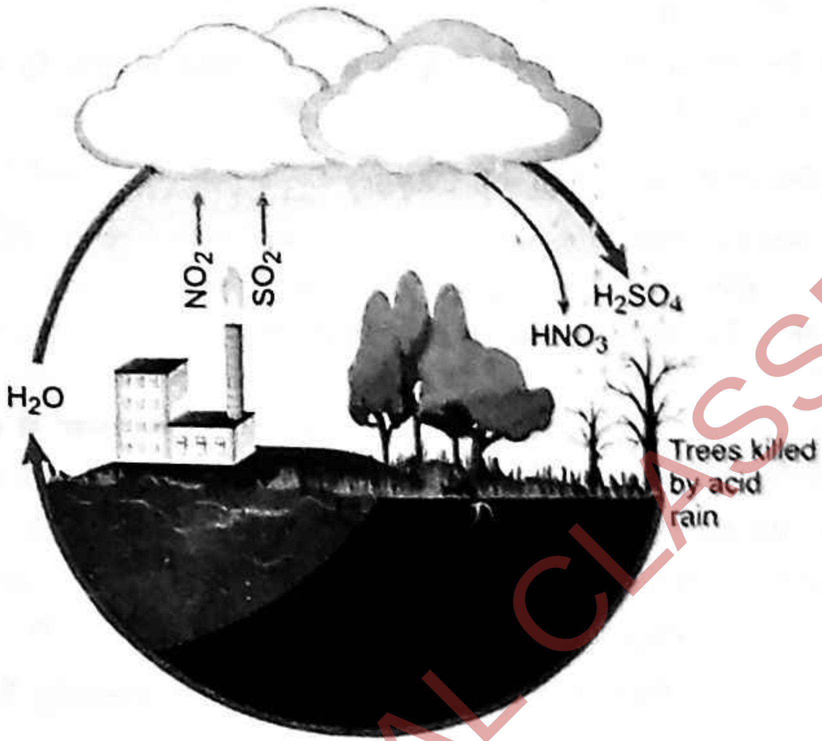
चित्र 1.8 : पराबैंगनी किरणें

अम्ल वर्षा (Acid Rain)

अम्ल वर्षा का वास्तविक अर्थ उस वर्षा, हिम ओला और कुहरा से है जिसमें कार्बन डाइ ऑक्साइड (CO_2) के अतिरिक्त सल्फर डाई ऑक्साइड (SO_2) तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड (NO_x) घुले हों, जिनसे तनु सल्फ्यूरिक अम्ल (H_2SO_4) तथा नाइट्रिक अम्ल (HNO_3) बनते हैं। किन्तु व्यापक दृष्टि से पौधों तथा इमारतों द्वारा SO_2 तथा NO_x का अवशोषण भी इसमें सम्मिलित कर लिया जाता है। इस तरह अम्ल वर्षा में योगदान करने वाले प्रदूषक SO_2 तथा NO_x मुख्य हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

अम्ल वर्षा (ACID RAIN)



चित्र 1.9 : अम्ल वर्षा

AKC TECHNICAL CLASSES

अम्ल वर्षा के कुप्रभाव

- अम्ल वर्षा से जल-साधन प्रदूषित होते हैं जिससे जल में रहने वाले जीवों में से मछलियाँ प्रभावित होती हैं।
- अम्ल वर्षा से जंगलों को क्षति पहुँचती है।
- SO_2 चूना पत्थर द्वारा अवशोषित होकर उसे जिप्सम में बदल देती है जिससे दरारें पड़ जाती हैं।
- ताँबे की बनी नालियाँ प्रभावित होती हैं।
- सीसा, कैडमियम तथा पारद घुलकर जल को जहरीला बना देते हैं।

ऊर्जा का उपयोग करने से जलवायु पर होने वाले प्रभाव

ऊर्जा का उपयोग करने से जलवायु में परिवर्तन होने की समस्या उत्पन्न हो रही है; जैसे कि समुद्र के स्तर का बढ़ना, मौसम में परिवर्तन, बाढ़, सूखा तथा तूफान आदि।

इन सभी परिवर्तनों के पीछे वातावरण में ग्रीन हाऊस गैसों का उत्पन्न होना है, जो कि पूरे विश्व में मानव की विभिन्न जरूरतों के कारण हैं। जैसे कि गैर-नवीकरणीय ऊर्जा के स्रोतों का ईंधन के रूप में उपयोग कर बिजली उत्पन्न करना, परिवहन के लिये उपयोग करना या ऊष्मा उत्पन्न करने के लिये।

गैर-नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का दहन करने से प्रदूषण उत्पन्न होता है, जोकि वातावरण व मानव स्वास्थ्य को नुकसान पहुँचाता है।

मानव द्वारा ऊर्जा उपयोग के कारण पूरे विश्व में सबसे ज्यादा ग्रीन हाऊस गैस उत्पन्न होती है। लगभग ऊर्जा का 2/3 भाग पूरे विश्व में ग्रीन हाऊस गैस उत्पन्न होने के पीछे गैर-नवीकरणीय ऊर्जा के स्रोतों का उपयोग बिजली उत्पन्न करने के लिये, परिवहन के उपयोग के लिये या ऊष्मा उत्पन्न करने के लिये होता है। वर्ष 2015 में यूरोप में ऊर्जा प्रक्रम (Process) के कारण 78% ग्रीन हाऊस गैसें उत्पन्न हुईं।

हमारे द्वारा ऊर्जा का उपयोग करने या ऊर्जा को उत्पन्न करने के कारण जलवायु में काफी अधिक परिवर्तन उत्पन्न हो रहे है। जलवायु परिवर्तन के कारण हमारी ऊर्जा उत्पन्न करने की क्षमता, ऊर्जा उपयोग करने की क्षमता में बदलाव आ रहा है। जैसे कि जल साइकिल में परिवर्तन होने के कारण जल ऊर्जा पर प्रभाव, अधिक तापमान तथा अधिक तापमान के कारण गर्मी में कूलिंग के लिये अधिक ऊर्जा का उपयोग; जबकि सर्दियों में हीटिंग के लिये ऊर्जा की आवश्यकता में कमी आई है।

भारत में ऊर्जा का भविष्य (Indian Energy Scenario)

भारत में सबसे अधिक ऊर्जा कोयले से बनती है। लगभग 55% प्राथमिक ऊर्जा का उत्पादन कोयले से होता है। पिछले कुछ सालों से प्राथमिक ऊर्जा के उत्पादन में प्राकृतिक गैस की हिस्सेदारी 10% (1994) में से बढ़कर 13% (1999) तक पहुँच गई है। प्राथमिक ऊर्जा उत्पादन में तेल की हिस्सेदारी 20% से गिरकर 17% रह गई है।

ऊर्जा आपूर्ति (Energy Supply)

कोयला (Coal)—भारत के पास कोयले का विशाल भंडार है। लगभग 84,396 मिलियन टन निकालने योग्य कोयला 2003 के अन्त तक था। यह दुनिया के भंडार का लगभग 8.6% है। तथा आज के उत्पादन के हिसाब से यह लगभग 230 साल के बाद समाप्त हो सकता है। दुनिया के पास आज के उत्पादन के हिसाब से लगभग 192 वर्ष के बाद समाप्त हो सकता है।

भारत दुनिया में कोयला और लिग्नाइट का चौथा सबसे बढ़ा उत्पादक है। कोयले का उत्पादन ज्यादातर आंध्र प्रदेश, उत्तर प्रदेश, बिहार, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, उड़ीसा, झारखण्ड, पश्चिम बंगाल में केन्द्रित है।

तेल आपूर्ति (Oil Supply)—भारत के कुल ऊर्जा खपत में तेल की हिस्सेदारी लगभग 36% है। आज भारत दुनिया के शीर्ष दस तेल-उत्पादक देशों में से एक है और जल्द ही चीन और जापान के बाद एशिया में तेल के तीसरे सबसे बड़े उपभोक्ता के रूप में कोरिया से आगे निकल जायेगा।

देश में अधिकतम कच्चे तेल का उत्पादन लगभग 32 मिलियन टन होता है जबकि वर्तमान में अधिकतम डिमांड लगभग 110 मिलियन टन की है। वर्तमान स्थिति को देखते हुये 2007 के अंत तक भारत के तेल की खपत 136 मिलियन टन तक पहुँचने की उम्मीद है; जिसमें से घरेलू उत्पादन केवल 34 मिलियन टन है

भारत को कच्चे तेल के प्रति बैरल 50 डॉलर के औसत मूल्य का अनुमान लगाते हुये लगभग 50 बिलियन डालर की भारी रकम तेल पर चुकानी पड़ती है। 2003-04 में 64 बिलियन डॉलर के कुल निर्यात के मुकाबले, तेल आयात में 21 बिलियन डालर का योगदान था। भारत अपनी कच्चे तेल की जरूरतों का 70% मुख्य रूप से खाड़ी देशों से आयात करता है। तेल भंडार में भारत का लगभग 5.4 बिलियन बैरल हिस्सा बॉम्बे हाई, ऊपरी असम, कैम्बे, कृष्णा-गोदावरी में स्थित है। क्षेत्र के हिसाब से पेट्रोलियम उत्पाद की खपत 42% परिवहन पर, 24% घरेलू तथा 24% उद्योगों पर है। भारत ने 2004 के अंत तक तेल के आयात पर 1 लाख 50 हजार करोड़ रुपये से अधिक खर्च किये।

प्राकृतिक गैस की आपूर्ति (Natural Gas Supply)

देश में ऊर्जा की खपत में प्राकृतिक गैस की खपत लगभग 8.9 प्रतिशत है। प्राकृतिक गैस की मौजूदा माँग 67 mcmd की उपलब्धता के मुकाबले लगभग 96 मिलियन क्यूबिक मीटर प्रति दिन (mcmd) है। 2007 तक माँग लगभग 200 mcmd होने की उम्मीद है। प्राकृतिक गैस भंडार लगभग 660 बिलियन क्यूबिक मीटर है।

विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति (Electrical Energy Supply)

पूरे भारत की विद्युत ऊर्जा उत्पादन करने की क्षमता 1,12,581 मेगावाट 31 मई 2004 को थी। जिसमें 28,860 मेगावाट हाइड्रो, 77931 मेगावाट थर्मल, 2720 मेगावाट परमाणु तथा 1869 मेगावाट पवन ऊर्जा थी। वर्ष 2002-2003 में बिजली का सकल उत्पादन 531 बिलियन यूनिट (KWh) था।

AKC TECHNICAL CLASSES

परमाणु ऊर्जा आपूर्ति (Nuclear Power Supply)

भारत के ऊर्जा उत्पादन में 2.4 प्रतिशत हिस्सा परमाणु ऊर्जा का है। भारत में पाँच परमाणु पावर स्टेशन पर 10 परमाणु पावर रिएक्टर के द्वारा बिजली का उत्पादन होता है। निर्माण के लिए अधिक परमाणु रिएक्टरों को मंजूरी दी गई है।

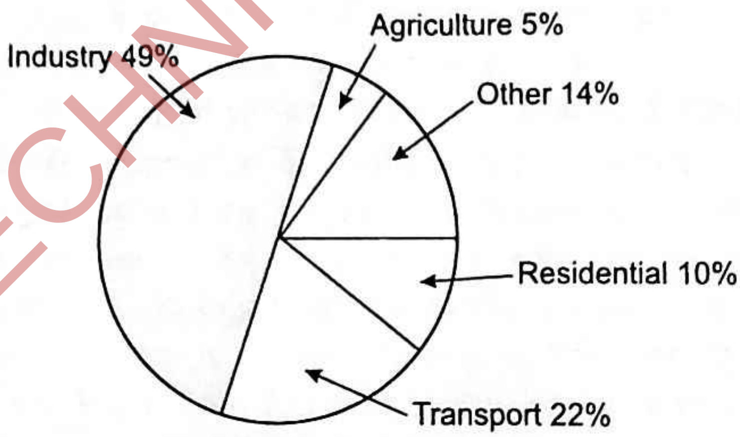
हाइड्रो पावर सप्लाई (Hydro Power Supply)

भारत में पानी के द्वारा ऊर्जा उत्पादन करने की क्षमता काफी अधिक है; परन्तु अब तक केवल 15% जल के द्वारा ही बिजली का उत्पादन होता है। देश की कुल उत्पन्न इकाइयों में पनबिजली की हिस्सेदारी में लगातार कमी आई है और यह वर्तमान में 31 मई 2004 को 25% है।

ऊर्जा की खपत को नीचे दी गई सारणी में दर्शाया गया है—

Final Energy Consumption					
Source	Units	1994-95	2001-02	2006-07	2011-12
Electricity	Billion units	289.36	480.08	712.67	1067.88
Coal	Million Tones	76.67	109.01	134.99	173.47
Lignite	Million Tones	4.85	11.69	16.02	19.70
Natural gas	Million cubic meters	9.880	15730	18291	20853
Oil Products	Million Tones	63.55	99.89	139.95	196.47

भारत में विभिन्न क्षेत्रों में ऊर्जा की खपत



चित्र 1.10 : विभिन्न क्षेत्रों में ऊर्जा की खपत (1999-2000)

उपरोक्त से स्पष्ट है कि ऊर्जा की सबसे अधिक खपत 49% उद्योगों में होती है।

संयन्त्र गुणक अथवा संयन्त्र क्षमता गुणांक (Plant factor or plant capacity factors)

यह वैद्युत शक्ति संयन्त्र पर औसत वैद्युत भार तथा उसकी निर्धारित क्षमता का अनुपात है। वास्तव में यह संयन्त्र का भार गुणक (load factor) है, इसलिए इसका मान भी सदैव वैद्युत भार गुणक के समान ही एकांक से कम होता है।

$$\text{संयन्त्र गुणक (P.F.)} = \frac{\text{संयन्त्र पर औसत भार (A.L)}}{\text{संयन्त्र की निर्धारित क्षमता (R.C)}} < 1$$

$$\text{Plant Factor} = \frac{\text{Average load at plant}}{\text{Rated capacity of the Plant}} < 1 \text{ (Always)}$$

Note : चूँकि संयन्त्र की निर्धारित क्षमता की अपेक्षा, उस पर औसत वैद्युत भार का मान सदैव कम होता है। इसलिए संयन्त्र गुणक का मान भी सदैव एकांक से कम होता है।

संयन्त्र गुणक की सार्थकता (Significance of Plant factor)

इसका उपयोग भार गुणक की तरह ही वैद्युत शक्ति-संयन्त्र की क्षमता तथा विद्युत की प्रति इकाई (unit) के मूल्य निर्धारण में होता है। संयन्त्र गुणक के बढ़ने से विद्युत का मूल्य घटता है और विद्युत-उपभोक्ताओं को कम कीमत पर विद्युत उपलब्ध होती है।

प्रश्नावली

1. ऊर्जा से आप क्या समझते है?
2. ऊर्जा स्रोतों का वर्गीकरण उदाहरण सहित समझाइए।
3. अनवीकरणीय और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में अन्तर लिखिए।
4. विश्व में ऊर्जा का परिदृश्य खपत के आधार पर समझाइए।
5. ऊर्जा संरक्षण विधियों में पर्यावरण के पक्ष को समझाइए।
6. प्रदूषक पदार्थों के नाम लिखिए तथा पर्यावरण पर ऊर्जा खपत के प्रभावों का वर्णन लिखिए।
7. वाणिज्यिक ऊर्जा व अवाणिज्यिक ऊर्जा में अन्तर स्पष्ट करो।
8. भूमण्डलीय ऊष्मीकरण पर टिप्पणी लिखिये।
9. ग्रीन हाऊस प्रभाव को समझाइये।
10. अम्ल वर्षा क्या है।
11. ऊर्जा का उपयोग करने से जलवायु परिवर्तन पर होने वाले प्रभाव को समझाइये।
12. भारत में विभिन्न क्षेत्रों में ऊर्जा की खपत पर टिप्पणी लिखो।

AKC TECHNICAL CLASSES

2

ऊर्जा संरक्षण तथा ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001
(Energy Conservation and Energy Conservation Act 2001)

ऊर्जा प्रबंधन एवं लक्ष्य (Energy Management and Objectives)

ऊर्जा प्रबंधन का अर्थ अधिकतम फायदे के लिए ऊर्जा का प्रभावी ढंग से उपयोग करना है। कारोबार, संगठनों और घरों में ऊर्जा की बचत से संबन्धित यह शब्द प्रयोग में आता है। इसका अर्थ बेकार वस्तु को अलग कर ऊर्जा का श्रेष्ठ विधि से उपयोग करना है जिसमें न्यूनतम हानि हो। उदाहरण के लिए, एक बूंद प्रति सेकण्ड की दर से तेल रिसाव का मतलब 2000 लीटर प्रतिवर्ष की हानि है जिसकी कीमत 10,000 रुपये आती है। आधुनिक कृत्रिम चपटी बेल्ट को परम्परागत वी-बेल्ट के बदले उपयोग करने पर 5 से 10% ऊर्जा की बचत होती है।

ऊर्जा प्रबंधन के अन्तर्गत कार्यनीति, निर्देशन और प्रदाय नियोजन, ऊर्जा खपत के निविष्ट-निर्गत अनुपात, अधिकतम उत्पादकता और न्यूनतम ऊर्जा मूल्य हेतु आती है।

वर्तमान में लघु अवधि, मध्यम अवधि और लम्बी अवधि की ऊर्जा मांगों को पूरा करना बहुत आवश्यक हो गया है। इसलिए सरकार को लम्बी अवधि की मांग को पूरा करने के लिए अच्छी कार्यनीति का प्रबंधन करना चाहिए। योजना और कार्यनीति के अधिकारिक परामर्श (guideline) के अनुसार कार्ययोजना बनानी चाहिए। ऊर्जा प्रबंधन प्रदाय और मांग के बीच संतुलन बनाए रखने का प्रबंध करता है।

ऊर्जा प्रबंधन के लक्ष्य (Objectives of Energy Management)

ऊर्जा प्रबंधन के मुख्य लक्ष्य निम्नलिखित हैं—

(i) उत्पादन और गुणवत्ता को प्रभावित करे बिना ऊर्जा मूल्य की बर्बादी को न्यूनतम करना,

(ii) पर्यावरण के प्रभाव और परिवर्तन को न्यूनतम करना,

(iii) ऊर्जा निर्गत (output) प्रति इकाई की आवश्यकता को कम करना,

(iv) सभी विधियों, संगठनों में कठिनाई से प्राप्त होने वाली ऊर्जा का यथासंभव सर्वोत्तम उपयोग करना,

(v) मांग की आवश्यकतानुसार लघु, मध्यम और लंबी अवधि की योजना को स्थापित करना।

ऊर्जा नीति एवं उद्देश्य (Energy Policy and Objectives)

ऊर्जा नीति सफल ऊर्जा प्रबंधन को आधार प्रदान करती है। यह एक व्यापारिक प्रतिष्ठानों के लक्ष्यों का कथन होती है। ऊर्जा नीति ऊर्जा प्रबंधकों के लिए मार्गदर्शक (guide) का कार्य करती है जिससे लक्ष्य निर्धारण, उद्देश्य, गुणवत्ता और प्रक्रिया की जानकारी मिलती है। ऊर्जा प्रबंधन नीति के अन्तर्गत वरिष्ठ प्रबंध द्वारा वचनबद्धता की घोषणा होती है, जिसका सम्बन्ध ऊर्जा कीमतों में कटौती, खपत में कटौती, समय सारणी, ऊर्जा कीमत केन्द्र और बजट की सीमा से होता है। ऊर्जा नीति के प्रमुख उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

(i) सभी योजनाओं और लक्ष्यों को सूत्रित करना,

AKC TECHNICAL CLASSES

(ii) सभी कर्मचारियों की भागीदारी पूरे समय बनाये रखने के लिए छोटे समूहों को क्रियाशील करना,
(iii) सभी योजनाओं को उपयोग करने की क्षमता बढ़ाना,
(iv) क्रिया, प्रौद्योगिकी और उपकरणों को उत्कृष्ट वनाना,
(v) फैक्ट्री की योजना व्यवस्थित करना।

ऊर्जा प्रबंधन दल के कार्य एवं कर्त्तव्य

ऊर्जा प्रवंधन दल के कार्य और कर्त्तव्य निम्नलिखित हैं—

(i) ऊर्जा प्रवंधन की योजनाओं को क्रियान्वित करना,
(ii) ऊर्जा योजनाओं की देखभाल करना जो कि संगठन का एक भाग है और संगठन के सभी भागों को एकीकृत करना,
(iii) ऊर्जा हानियों को पहचानना,
(iv) ऊर्जा संरक्षण माप द्वारा वचत का मूल्यांकन करना,
(v) संगठन के दूसरे कर्मचारियों को ऊर्जा संरक्षण के प्रति जागरूक बनाना और उन्हें ऊर्जा संरक्षण में शामिल करना।

ऊर्जा प्रबंधक की जिम्मेदारियाँ और कर्त्तव्य (Responsibilities and Duties of Energy Manager)

ऊर्जा प्रवंधक की जिम्मेदारियाँ (Responsibilities of Energy Manager)—ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के अन्तर्गत नियुक्त ऊर्जा प्रवंधक और दल की जिम्मेदारियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) नियंत्रण और कम ऊर्जा लागत के लिए वार्षिक क्रियाशील योजना बनाना जिसमें वित्तीय पूँजी निवेशन की विस्तृत जानकारी हो,
(ii) प्रवंधन की आज्ञा से संगठन द्वारा ऊर्जा संरक्षण इकाइयों को स्थापित करना,
(iii) ऊर्जा मूल्य को कम करने के लिए योजना को वनाना, लागू करना और प्रबंधन को विवरण देना,
(iv) उपकरणों की दक्षता की जाँच करना और मानक एवं ऊर्जा दक्ष उपकरणों से उसकी तुलना करना,
(v) उपकरणों से लगे भार को जाँचना,
(vi) संस्था के अन्य कर्मचारियों को जागरूक बनाना और आंतरिक प्रयोगशाला में शोध करना एवं इससे प्राप्त परिणामों की जानकारी सम्बन्धित दस्तावेजों में बाँटना,
(vii) विभिन्न क्रियाकलापों, उत्पादों, सेवाओं और सही विधि को स्थापित करने में लगी यथार्थ ऊर्जा खपत की गणना करना,
(viii) सभी कर्मचारियों के लिए नियमित प्रशिक्षण देना,
(ix) ऊर्जा लेखा-परीक्षण करने के लिए बाहरी सरकारी विभाग को बुलाना,
(x) वाजार एवं संस्था के द्वारा उसी निकाय के ऊर्जा प्रबंधकों से ऊर्जा बचत की सही जानकारी एकत्र करना।

ऊर्जा प्रबंधक के कर्त्तव्य (Duties of Energy Manager)

ऊर्जा प्रबंधक के कर्त्तव्य निम्नलिखित हैं—

(i) मान्यताप्राप्त लेखा-परीक्षक (auditor) द्वारा की गई अनुशंसा पर की गई कार्यवाही और ऊर्जा खपत की जानकारी ब्यूरो ऑफ एनर्जी एफिशियेन्सी (BEE) एवं राज्य स्तरीय नामित संस्था को निर्धारित सूची में भरकर भेजना चाहिए।
(ii) ऊर्जा संरक्षण की सामान्य प्रवृत्ति का विश्लेषण करके एकत्रित सूचनाओं को रिकॉर्ड करने की अच्छी व्यवस्था स्थापित करनी चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) ऊर्जा लेखा-परीक्षा करने वाले लेखा-परीक्षक के साथ सहयोग करना चाहिए।
(iv) माँगी गई जानकारियाँ अधिनियम के तहत बी०ई०ई० को समय पर देनी चाहिएँ।
(v) ऊर्जा दक्ष और वित्तीय व्यवहार साध्य योजना को बनाना चाहिए।

ऊर्जा प्रबंधन के सिद्धान्त एवम् कार्यनीति
(Principles and Strategy of Energy Management)

ऊर्जा प्रबंधन के सिद्धान्त (Principles of Energy Management)

ऊर्जा प्रबंधन के सिद्धान्त निम्नलिखित हैं—

(i) ऊर्जा का उपयोग उसकी अधिकतम ऊर्जा क्षमता तक किया जाना,
(ii) सभी प्रकार की ऊर्जा आवश्यकता के अनुसार संभव न्यूनतम मूल्य पर उपलब्ध होना,
(iii) अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति द्वारा ऊर्जा का पुनः चक्रण और पुनः प्राप्ति करना,
(iv) अधिकतम उचित प्रौद्योगिकी का उपयोग करना,
(v) हानियों (losses) को कम करना।

ऊर्जा प्रबंधन की कार्यनीति के विभिन्न चरण
(Various Steps of Energy Management Strategy)

ऊर्जा प्रबंधन की कार्यनीति के प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

(i) **अकुशल/अक्षम क्षेत्रों की पहचान करना**—इस प्रकार के क्षेत्रों की पहचान निम्नलिखित तरीकों से की जाती है—
(अ) उपयोग की गई ऊर्जा के प्रकार की जानकारी को सूचीबद्ध करना,
(ब) उपयोग की गई तकनीकी और मशीनों का अध्ययन करना,
(स) मुख्य ऊर्जा क्षेत्रों को पहचानना और प्रक्रिया का अध्ययन करना,
(द) ऊर्जा के अक्षम/अकुशल प्रयोग को गहराई से अध्ययन कर पहचानना।
(ii) आवश्यक तकनीकी और उपकरण की पहचान करना,
(iii) आवश्यक स्रोतों पर विचार-विमर्श कर परिणाम करना,
(iv) मानव शक्ति, मशीन और तकनीकी जैसे संसाधनों का प्रबंधन करना,
(v) क्रियाओं का मूल्यांकन और वापसी दर का आकलन करना,
(vi) नई प्रक्रिया, नई तकनीकी और नई मशीनों का कार्यान्वयन करना,
(vii) प्रयासों और गतिविधियों का पुनः मूल्यांकन करना,
(viii) वार्षिक पुनः परीक्षण करना।

ऊर्जा प्रबंधन की आवश्यकता, कार्यविधि तथा कुशल ऊर्जा प्रबंधक (Need of Energy Management, Working of Energy Management, Need of Good Energy manager)

ऊर्जा प्रबंधन की आवश्यकता (Need of Energy Management)

ऊर्जा प्रबंधन की आवश्यकता के अग्रलिखित कारण हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) आर्थिक विकास को गति देने के लिए ऊर्जा का अधिक से अधिक उपयोग करने की आवश्यकता है। अधिक गुणवत्ता और मात्रा में उत्पादन बढ़ाने की आवश्यकता है।

(ii) पृथ्वी पर मौजूद संसाधन घटने वाली प्रवृत्ति के हैं, इनका समय के साथ बढ़ते उपयोग के कारण बहुत तेज गति से नि:शेषण (depletion) हो रहा है। अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के उपयोग पर पाबंदी लगाकर घटते हुए स्रोतों के जीवन को बढ़ाना चाहिए।

(iii) इस प्रतिस्पर्धात्मक संसार में ऊर्जा विशेष को अस्तित्व में बने रहने के लिए लागत की प्रतिस्पर्धा पर ध्यान देना जरूरी होता है। किसी भी प्रकार के कार्य करने के लिए ऊर्जा के परिवर्तित रूप का उपयोग आवश्यक कारक है।

(iv) उद्योगों और व्यवसाय में बहुत दिनों से ऊर्जा संरक्षण की आवश्यकता महसूस की जा रही थी। समस्त परिचालनों में ऊर्जा लागत बढ़ने से ऊर्जा संरक्षण की आवश्यकता बढ़ी है।

ऊर्जा प्रबंधन की कार्यविधि (Working of Energy Management)

ऊर्जा प्रबंधन एक परिवर्तन और घटना ही नहीं, बल्कि यह लक्ष्यों को पूरा करने का अभियान (mission) है। यह कार्य एक मेज पर बैठकर अकेले नहीं किया जा सकता, बल्कि इसे पूरा करने के लिए ऊर्जा के प्रति सचेत व्यक्तियों के दलों द्वारा तालमेल में कार्य करने की आवश्यकता होती है।

ऊर्जा प्रबंधन के लिए व्यवस्थित तरीके से स्थापित बहुत ही संगठित प्रयासों की कार्यविधि की आवश्यकता होती है।

कुशल ऊर्जा प्रबंधक की आवश्यकता (Need of Good Energy Manager)

कुशल प्रबंधक वह होता है जो जागरूकता की ओर ले जाए, सभी स्तर के लोगों को प्रोत्साहित करे, ढांचे और प्रक्रिया को बदले, ऊर्जा खपत के निर्धारित लक्ष्यों का रिकॉर्ड रखे तथा संगठन और मानव, दोनों में ही परिवर्तन करने की कोशिश करे। उदाहरण के लिए, कुशल प्रबंधक फैक्ट्री में जागरूकता अभियान चलाये जिसमें रोशनी, पंखे और वातानुकूलक के स्विच बंद करने से ऊर्जा की बचत का ज्ञान हो।

ऊर्जा संरक्षण (Energy Coservation)

आर्थिक विकास की मूलभूत आवश्यकताओं में से एक ऊर्जा है। समाज के प्रत्येक क्षेत्र, जैसे—कृषि, उद्योग, परिवहन, व्यापार या घर, सभी जगह ऊर्जा की आवश्यकता होती है। पिछले वर्षों में जैसे-जैसे देश की प्रगति हुई है, इन क्षेत्रों में ऊर्जा की आवश्यकता बढ़ी है। ऊर्जा की बढ़ती हुई खपत की जीवाश्म ईंधनों, जैसे—कोयला, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस पर निर्भरता बढ़ती है जिनसे बिजली की आपूर्ति होती है।

आज पर्यावरण के प्रदूषण और स्वास्थ्य की समस्याओं के कारण इन जीवाश्म ईंधनों की अपेक्षा स्वच्छ ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोतों के विकास तथा उपयोगिता की जरूरत बढ़ी है। जीवाश्म ईंधनों की बढ़ती कीमतों और भविष्य में इनकी कमी के गंभीर संकट से ऊर्जा विकास के एक स्थायी मार्ग के सृजन की आवश्यकता महसूस की गई है। इसके लिए दो सर्वोत्तम मार्ग हैं—पहला, ऊर्जा संरक्षण को प्रोत्साहन देना; और दूसरा, पर्यावरण के अनुकूल ऊर्जा स्रोतों का इस्तेमाल करना।

देश में ऊर्जा की माँग और आपूर्ति के बीच अंतराल को कम करने की सबसे अधिक लागत प्रभावी विधि ऊर्जा दक्षता को प्रोत्साहन देना तथा इसका संरक्षण करना है। ऊर्जा संरक्षण, कम खपत के जरिए उपयोग की जा रही ऊर्जा को कम खर्च करने अथवा प्रकाश बल्ब या वातानुकूलन में विद्युत दक्ष युक्तियों का उपयोग करने के माध्यम से किया जा सकता है। यह अनुमान लगाया गया है कि लगभग 25,000 मेगावाट क्षमता विद्युत क्षेत्र में केवल ऊर्जा दक्षता के माध्यम से उत्पन्न की जा सकती है, जिसमें अधिकतम क्षमता कृषि और औद्योगिक क्षेत्रों में देखी जा सकती है।

AK TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा संरक्षण पर विचार करते हुए भारत सरकार ने ऊर्जा संरक्षण अधिनियम, 2001 को प्रस्तावित किया है। इस अधिनियम में कानूनी रूपरेखा, संस्थागत व्यवस्था और केन्द्र तथा राज्य स्तर पर विनियामक प्रक्रिया प्रदान की गई है, जो देश में ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने का अभियान आरंभ कर सकती है।

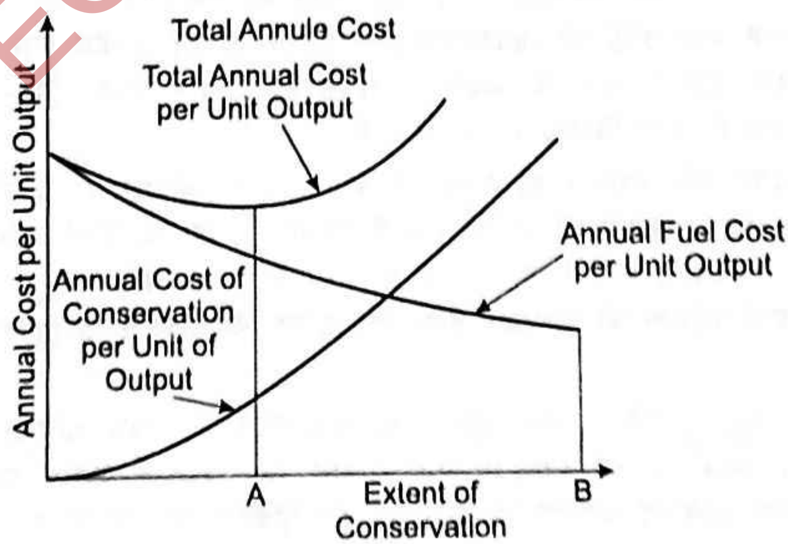
ऊर्जा के संरक्षण से ऊर्जा की लागत में कमी आती है। इसके द्वारा ऊर्जा संरक्षण के नये विद्युत् संयंत्रों की जरूरत कम की जा सकती है और बढ़ती आबादी तथा अर्थव्यवस्था को बनाए रखने के लिए ऊर्जा आयात में कमी लाई जा सकती है। उत्सर्जन की कमी से स्वच्छ परिवेश और नागरिकों के लिए स्वस्थ जीवन शैली को बढ़ावा मिलता है और ऊर्जा की कमी के लिए सबसे अधिक मितव्ययी समाधान यही है।

ऊर्जा संरक्षण के सिद्धान्त (Principle of Energy Conservation)

ऊर्जा संरक्षण का अर्थ गुणवत्ता (quality) और निर्गत मात्रा (output quantity) को प्रभावित किये बिना ऊर्जा की खपत को घटाने से है। ऊर्जा संरक्षण वैद्युत का दक्षतापूर्ण उपयोग करने का आग्रह करता है जिससे उत्पादन की लागत को घटाया जा सकता है। उद्योगों में ऊर्जा संरक्षण योजना को क्रियान्वित करने के लिए दो सामान्य सिद्धान्त निम्नलिखित हैं—

(i) अधिकतम ऊर्जा दक्षता (Maximum Energy Efficiency)—निवेशित ऊर्जा का केवल कुछ भाग ही उपयोगी कार्य में परिवर्तित होता है। जब प्रदान की गई ऊर्जा के अधिकतम भाग का उपयोग कार्य को करने में होता है, तब ऐसे उपकरण या प्रक्रिया को अधिकतम दक्षता वाला उपकरण या प्रक्रिया कहते हैं। ऊर्जा के स्थानांतरण (transfer) और संचरण (transmission) में ऊर्जा की हानि होती है। ऊर्जा हानियाँ वैद्युत (electrical), यांत्रिक (mechanical), ऊष्मा (heat), रासायनिक (chemical) आदि के रूप में होती हैं। अधिकतम प्रक्रियाओं, जैसे—उत्पादन करने वाले प्रतिष्ठानों में ऊर्जा का कुछ भाग बाहर जाने वाली गैसों और द्रवों के निकास के द्वारा विसर्जित होता है। ऊर्जा का विसर्जन निकास की दर और तापमान पर निर्भर करता है। यदि ऊर्जा हानियाँ न्यूनतम होती हैं, तो प्रणाली की दक्षता में सुधार होता है। सभी ऊर्जा संरक्षण तकनीकों का उद्देश्य हानियों को घटाना होता है।

(ii) अधिकतम लागत प्रभावोत्पादकता (Maximum Cost Effectiveness)—ऊर्जा संरक्षण उपायों को क्रियाशील करने के लिए अतिरिक्त निवेश की आवश्यकता होती है। जैसे ही ऊर्जा संरक्षण का स्तर बढ़ता है, वैसे ही अतिरिक्त निवेश और बढ़ जाता है एवं ईंधन (fuel) की लागत घट जाती है।



चित्र 2.1 : अधिकतम लागत प्रभावोत्पादकता

चित्र 2.1 के अनुसार 'A' बिन्दु पर जब कुल लागत सबसे कम (least) होगी, तब ऊर्जा का उपयोग अधिकतम लागत प्रभावोत्पादकता में होता है। अधिकतम दक्षता 'B' बिन्दु के आसपास रहती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 तथा इसकी विशेषताएँ

नीति फ्रेमवर्क-ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001

उच्च ऊर्जा बचत क्षमता और इसके लाभों की पृष्ठभूमि के साथ मांग और आपूर्ति के बीच अंतर को कम करना, ऊर्जा की बचत के माध्यम से पर्यावरण उत्सर्जन को कम करने तथा इस बाधा को दूर करने के लिये, भारत सरकार ने ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 जारी किया है।

इस अधिनियम के तहत ऊर्जा दक्षता चालन (energy efficiency drive) शुरू करने के लिए जरूरी कानूनी ढाँचा तथा किसी संस्था की व्यवस्था करना (Institonal arrangement) है।

अधिनियम के प्रावधानों के तहत ऊर्जा मंत्रालय के ऊर्जा प्रबंधन केन्द्र का विलय करके 1 मार्च 2002 से ऊर्जा दक्षता ब्यूरो की स्थापना की गई है। ब्यूरो ऊर्जा संरक्षण गतिविधियों में सुधार करने तथा नीतिगत कार्यक्रमों का आपस में तालमेल बिठाने के लिए जिम्मेदार होगा।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम की निम्न महत्वपूर्ण विशेषताएँ हैं—

मानक और लेबलिंग (Standards and Labeling)

S & L का मुख्य कार्य ऊर्जा दक्षता में सुधार करना है। S & L का कार्य यह भी सुनिश्चित करना है कि उपभोक्ताओं को ऊर्जा दक्ष उपकरण उपलब्ध कराये जायें।

मानक और लेबलिंग पर ऊर्जा संरक्षण अधिनियम के मुख्य प्रावधान निम्न हैं—

(1) पहले से सूचित उपकरणों के लिये न्यूनतम ऊर्जा खपत तथा कार्य करने के लिये मानकों का विकास करना।

(2) ऐसे उपकरणों के निर्माण, बिक्री और आयात पर रोक लगाना जो मानकों के अनुरूप नहीं हैं।

(3) जारी किये गये उपकरणों को सक्षम करने के लिये एक अनिवार्य लेबलिंग योजना वनाना तथा उपभोक्ताओं को सूचित करना।

(4) उपभोक्ताओं को लाभ के बारे में जानकारी देना।

नामित उपभोक्ता (Designated Consumer)

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम के तहत नामित उपभोक्ताओं के लिये मुख्य प्रावधान हैं—

(1) सरकार ऊर्जा गहन (energy intensive) उद्योगों और अन्य प्रतिष्ठानों को नामित उपभोक्ता के रूप में अधिसूचित करेगी।

(2) अधिनियम की अनुसूची ऐसे नामित उपभोक्ताओं की सूची प्रदान करेगी जो मूल रूप से गहन उद्योग रेलवे, पोर्ट ट्रस्ट, परिवहन क्षेत्र, विद्युत स्टेशन, ट्रांसमिशन और वितरण कंपनियाँ तथा वाणिज्यिक भवनों तथा प्रतिष्ठानों को कवर करते हैं।

(3) नामित उपभोक्ता मान्यताप्राप्त ऊर्जा लेखा परीक्षक से ही संचालित एनर्जी का ऑडिट करायेगा।

(4) नामित उपभोक्ताओं द्वारा केवल निर्धारित योग्यता वाले ऊर्जा प्रबंधकों को नियुक्त किया जायेगा।

(5) नामित उपभोक्ता केन्द्र सरकार द्वारा निर्धारित ऊर्जा खपत के मानदंडों और मानकों का पालन करेंगे।

ऊर्जा प्रबंधकों का प्रमाणन तथा ऊर्जा लेखा फर्म का मान्यताकरण
(Certification of Energy Managers and Accredition of Energy Auditing Firms)

इस संबंध में मुख्य गतिविधियाँ अधिनियम में निहित हैं—

नीतिगत विश्लेषण, परियोजना, प्रबंधन, वित्तपोषण और ऊर्जा दक्षता परियोजनाओं के कार्यान्वयन में विशेषज्ञता के साथ पेशेवर योग्य ऊर्जा प्रबंधकों और लेखा परीक्षकों का एक कैडर प्रमाणन और मान्यताकरण कार्यक्रम के माध्यम से विकसित किया जायेगा। B.E.E. का कार्य टेनिंग माड्यूल डिजाइन करना तथा ऊर्जा प्रबंधकों और ऊर्जा लेखा परीक्षकों के प्रमाणीकरण के लिये एक राष्ट्रीय स्तर पर परीक्षा का आयोजन करना है।

ऊर्जा संरक्षण भवन कोड (Energy Conservation Building Codes)

ऊर्जा संरक्षण भवन कोड पर ऊर्जा संरक्षण के मुख्य प्रावधान हैं—

(1) B.E.E. ऊर्जा संरक्षण भवन कोड (E.C.B.C.) के लिए दिशानिर्देश तैयार करेगा।

(2) ऊर्जा संरक्षण भवन कोड से संबंधित नियमों को अधिसूचित किए जाने के बाद वाणिज्यिक भवनो के लिए संबंधित राज्यों द्वारा स्थानीय जलवायु परिस्थितियों या अन्य कारकों के अनुरूप घोषणा की जायेगी। इसके अलावा इन इमारतों में कनेक्टड लोड 500 KW या 600 KVA या इससे अधिक का उपयोग व्यावसायिक उद्देश्य के लिये उपयोग किये जाने को दर्शाता है।

(3) विशिष्ट नामित वाणिज्यिक भवन उपभोक्ताओं की ऊर्जा लेखा (Energy Audit) भी पूर्व-लिखित होगी।

केन्द्रीय ऊर्जा संरक्षण निधि (Central Energy Conservation Fund)

इस मामले में ऊर्जा संरक्षण अधिनियम के निम्न प्रावधान हैं—

(1) ऊर्जा दक्षता सेवाओं जैसे ठेका कम्पनियों तथा ऊर्जा सेवा कंपनियों को बढ़ावा देने के लिये बड़े पैमाने पर ऊर्जा सेवा वितरण तंत्र विकसित करने के लिए केन्द्र में निधि की स्थापना की जायेगी। उम्मीद की जाती है कि कुशल उपकरणों और उपकरणों की बाजार में पैठ बढ़ाने के लिए R & D तथा समझाने पर जोर दिया जायेगा। यह परीक्षण तथा विकास को बढ़ावा देगा तथा लोगों की जानकारी बढ़ायेगा।

BEE की स्थापना (Establishment of Bureau of Energy Efficiency)

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम की स्थापना BEE द्वारा की गई। BEE की स्थापना 1 मार्च 2002 को शक्ति मंत्रालय के अन्तर्गत ऊर्जा प्रबंधक केन्द्र द्वारा की गई। BEE के मुख्य उद्देश्य—

(i) परिमाण आधारित प्रस्तावों को अपनाकर भारतीय अर्थव्यवस्था में ऊर्जा प्रबलता (energy intensity) को कम करना।

(ii) राष्ट्र ऊर्जा दक्षता व संरक्षण प्रयासों एवं कार्यक्रमों को एक दिशा निर्देशन देना व एक नीति निर्धारित करना।

(iii) ऊर्जा दक्षता परिणामों को देखने, मापने व जाँचने के लिए एक प्रक्रिया निर्धारित करना।

(iv) जागरूकता लाना व जानकारी फैलाना।

(v) R & D (Research and Development) को और उन्नत करना।

(vi) ऊर्जा दक्ष प्रक्रिया, उपकरण, युक्तियों व प्रणालियों के उपयोग को उन्नत करना।

(vii) ऊर्जा दक्ष प्रोजेक्टों में वित्तीय खोजों को प्रोत्साहित करना।

(viii) ऊर्जा के दक्ष उपयोग को आगे बढ़ाने वाली संस्थाओं को वित्तीय प्रोत्साहन देना।

(ix) ऊर्जा के दक्ष उपयोग एवं संरक्षण पर शैक्षणिक पाठ्यक्रम तैयार करना।

(x) ऊर्जा के दक्ष उपयोग एवं संरक्षण से सम्बन्धित अन्तर्राष्ट्रीय सहयोग कार्यक्रमों (International Co-operation Programmes) को क्रियान्वित करना।

AKG TECHNICAL CLASSES

(a) In Central Government (भारत सरकार में)

(i) सूचित (notified) उपकरणों व साधनों के लिए ऊर्जा उपभोग मानकों को विशिष्टीकृत करना।

(ii) सूचित उपकरणों व साधनों पर सीधे अनिवार्य (mandatory) का लेबल लगाना।

(iii) ऊर्जा खपत के मानकों के अनुकूल न होने वाले उपकरणों के निर्माण, बिक्री, आयात व निर्यात पर रोक लगाना।

(iv) नामित उपभोक्ताओं के लिए ऊर्जा उपयोग नियम व मानक निर्धारित करना।

(v) ऊर्जा के दक्ष उपयोग हेतु ऊर्जा संरक्षण भाण कोड निर्धारित करना।

नामित उपभोक्ताओं के लिए निर्देश

(i) ऊर्जा के दक्ष उपयोग व संरक्षण के लिए अधिक ऊर्जा प्रबधक की नियुक्ति करना।

(ii) नामित उपभोक्ताओं के लिए निश्चित समय अंतराल पर निर्धारित तरीके से ऊर्जा अंकेक्षण किसी ऊर्जा अंकेक्षण द्वारा करवाना।

(iii) ऊर्जा खपत के संदर्भ में सूचना एकत्रित करना व उन पर कार्यवाही करना।

(iv) ऊर्जा उपभोग के नियमों व मानकों का अनुपालन करना।

(v) ऊर्जा के दक्ष उपयोग व संरक्षण हेतु योजना तैयार करना व उसे क्रियान्वित करना। यदि वह योजना पूरी नहीं होती है तो भवन का ऊर्जा अंकेक्षण निश्चित समय अंतराल में निर्धारित तरीके से ऊर्जा अंकेक्षक द्वारा पूरा करना।

(b) In State Government (राज्य सरकार में)

(i) केन्द्र सरकार द्वारा तैयार किए गए ऊर्जा संरक्षण भवन कोड को प्रान्तीय व स्थानीय स्थितियों के अनुसार संशेधित करना।

(ii) नए व्यवसायिक भवन या भवन कॉम्प्लेक्स के मालिकों को ऊर्जा संरक्षण भवन कोड के प्रावधानों को अनुपालना करने के निर्देश देना।

(iii) संचरण एवं वितरण हानियों को कम करने व सह-उत्पादन (co-generation) को प्रोत्साहित करने के निर्देश देना।

(iv) ऊर्जा संरक्षण के क्षेत्र में कन्सल्टेन्सी सेवाओं को प्रोत्साहित करना एवं उपभोक्ताओं में ऊर्जा संरक्षण हेतु जागरूकता लाना।

जुर्माना (Penalties)

1. अधिनियम के अन्तर्गत प्रत्येक अपराध के लिए जुर्माना वित्तीय रूप में होगा अर्थात् प्रत्येक अपराध के लिए 10,000 व प्रत्येक दिन के लिए 1,000।
2. 5 वर्ष के प्रारम्भिक चरण को और आगे बढ़ा दिया जाएगा और इस चरण में कोई भी जुर्माना प्रभावकारी नहीं होगा।

ऊर्जा संरक्षण (संशोधन) बिल लोकसभा में 8 मार्च 2010 को रखा गया था। इस बिल के द्वारा ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 में निम्न संशोधन किये गये—

(1) ऊर्जा संरक्षण अधिनियम सरकार को ऊर्जा दक्षता के मानदण्डों और मानकों को विभिन्न उद्योगों में लागू कराने का अधिकार देता है। ऊर्जा दक्षता तथा संरक्षण के मानदंड और मानक उपकरणों तथा इमारतों के निर्माण के लिए भी निर्धारित किये जायें। अधिनियम राज्य सरकारों को इसके विभिन्न प्रावधानों को लागू कराने का अधिकार देता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(2) अधिनियम के अनुसार केन्द्र सरकार के तहत ऊर्जा दक्षता ब्यूरो की स्थापना होगी तथा जिसका कार्य उद्योगों के ऊर्जा उपयोग का ऑडिट करने वाले ऑडिटरों और प्रबंधकों के लिए योग्यता और प्रमाणन प्रक्रिया के दिशा निर्देश जारी करना होगा।

(3) यह विधेयक इमारतों के लिये ऊर्जा संरक्षण मानदंडों के दायरे का विस्तार करता है तथा उपकरणों और उपकरणों के लिए ऊर्जा दक्षता मानदंडों को मजबूती से लागू या उपयोग करता है। यह ऊर्जा बचत के लिये एक ढाँचा प्रदान करता है, उन उद्यागो के बीच जो ऊर्जा की बचत करते है तथा जो उनकी अधिकतम माँग से भी अधिक ऊर्जा का उपयोग करते है; जबकि उसकी अधिकतम माँग सरकार द्वारा निर्धारित की गई थी। यह बिल अपराध के लिये दण्ड की मात्रा बढ़ाता है तथा दण्ड की सुनवाई विद्युत अधिनियम 2003 के तहत स्थापित विद्युत अपीलीय न्यायाधिकरण मे अपील कर सकता है।

(4) अधिनियम के तहत, सरकार वाणिज्यिक भवनो के लिये ऊर्जा संरक्षण भवन कोड जारी कर सकती है जिनका कनेक्टेड लोड 500 KW या 600 KVA है।
यह विधेयक वाणिज्यिक भवनो (Commercial Buildings) की सीमा को बढ़ाता है ताकि ऐसे भवन कोड उन पर लागू हो सके जिनका कनेक्टेड लोड 100 KW या 120 KVA है।

(5) इस विधेयक के तहत केन्द्र सरकार उन उद्योगों को ऊर्जा बचत प्रमाण पत्र जारी कर सकती है जिनकी ऊर्जा की खपत अधिकतम अनुमत से कम है। ऐसे प्रमाणपत्र उन उपभोक्ताओ को बेचे जा सकते है जिनकी खपत अधिकतम स्वीकार्य से अधिक है।

(6) अधिनियम सरकार को उपकरण या उपकरणो के लिये ऊर्जा की खपत के मानदंडों (Norms) को जारी करने का अधिकार देता है। सरकार अधिसूचित उपकरणो के निर्माण, बिक्री, खरीद या आयात पर भी रोक लगा सकती है जब तक कि वे ऐसे मानदंडो के अनुरूप न हों।
हालाँकि यह प्रतिबंध मानदडो को जारी किये जाने के दो साल बाद ही लगा सकता है। विधेयक इस समय-सीमा को छह महीने घटा सकता है तथा फिर से छह महीने तक बढ़ा सकता है।

(7) विधेयक अधिनियम के तहत किये गये अपराधो के लिए निर्दिष्ट (जारी) दंड को बढ़ाता है। प्रत्येक अपराध के लिये 10 लाख रुपये (जो पहले 10,000 रुपये थी) तथा इसके अतिरिक्त यदि अपराध जारी हुआ है, तो 50,000 रुपये का अतरिक्त जुर्माना प्रतिदिन के हिसाब से (जो पहले 1000 रुपये प्रति दिन) देना होगा। अतिरिक्त जुर्माना उन उद्योगों से लिया जायेगा जिनकी ऊर्जा माँग निर्धारित ऊर्जा माँग से अधिक है तथा यह जुर्माना अधिक ऊर्जा खपत करने की कीमत होगी।

(8) अधिनियम में ऊर्जा संरक्षण के लिए एक अपीलीय न्यायाधिकरण की स्थापना के लिए प्रावधान किया गया है, जो केन्द्र या राज्य सरकार के आदेशों के खिलाफ अपील पर सुनवाई करेगा। विधेयक इस प्रावधान को खत्म करता हैं तथा विद्युत अधिनियम 2003 के तहत स्थापित अपीलीय न्यायाधिकरण द्वारा इस तरह के आदेशों के खिलाफ अपील करने का प्रावधान करता है।

(9) विधेयक ऊर्जा ब्यूरो के महानिदेशक के कार्यालय के कार्यकाल को तीन से पाँच साल तक बढ़ाता है तथा केन्द्र सरकार के बजाय ब्यूरो अपने अधिकारियों और कर्मचारियों को नियुक्त कर सकता है।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 तथा महत्वपूर्ण अंश
(Energy Conservation Act 2001 and Important Points)

भारत सरकार ने सन् 2001 में ऊर्जा संरक्षण अधिनियम (Energy Conservation Act) बनाया और दक्षता ऊर्जा ब्यूरो (Bureau of Energy Efficiency) ने इसे संस्थापित किया। दक्षता ऊर्जा ब्यूरो नियमों और कार्यनीतियों के विकास में महत्त्वपूर्ण सरकारी कार्य करता है। इसका प्राथमिक उद्देश्य ऊर्जा के प्रभाव को घटाना है। ऊर्जा संरक्षण अधिनियम

AKC TECHNICAL CLASSES

देश में ऊर्जा दक्षता सेवाओं को प्रदान करने की प्रणालियों को मजबूत और निर्धारित करता है। इस अधिनियम में विभिन्न विभागों के आवश्यक तालमेल का विवरण होता है।

इस अधिनियम के तहत ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (BEE) की स्थापना दिनांक 1-03-2002 को हुई थी। यह दक्ष ऊर्जा के उपयोग और उसके संरक्षण की नीतियों और कार्यक्रमों में तालमेल बनाकर कार्य करता है।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण अंश

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के सर्वाधिक महत्वपूर्ण अंश निम्नलिखित हैं—

(i) ऊर्जा उपयोग करने वाले उद्योगों, संस्थापित एवं व्यावसायिक भवनों के निर्धारित उपभोक्ताओं को ऊर्जा को संरक्षित करने के बारे में सूचित करना चाहिए।

(ii) नामित उपभोक्ताओं को ऊर्जा खपत के मानदण्डों (norms) और मानकों (Standards) का निर्धारण करना चाहिए।

(iii) प्रत्यक्ष नामित उपभोक्ताओं के लिए दक्ष ऊर्जा उपयोग हेतु प्रमाणित ऊर्जा प्रबंधकों को नियुक्त करना चाहिए।

(iv) राज्य स्तरीय सरकार को क्षेत्रीय और स्थानीय मौसम की स्थितियों के आधार पर ऊर्जा संरक्षण भवन कोड को लागू करने का अनुरोध करना चाहिए।

(v) ऐसे उपकरणों और उपयंत्रों को जो मानक ऊर्जा खपत स्तर के नहीं हैं, के निर्माण, विक्रय, खरीदारी और आयात पर रोक लगानी चाहिए।

(vi) व्यावसायिक भवनों के प्रत्यक्ष मालिकों को ऊर्जा संरक्षण भवन कोड के आदेश को मानना चाहिए।

(vii) समस्त उपयंत्रों और उपकरणों पर ऊर्जा खपत के मानकों को चस्पा देना चाहिए।

(viii) यदि ऊर्जा खपत के निर्धारित मानदण्डों और मानकों का उपयोग नहीं हो रहा हो तो ऊर्जा का दक्ष उपयोग और इसके संरक्षण के लिए योजना बनाकर उसे क्रियान्वित करना चाहिए।

मानक तथा लेबलिंग (Standards and Labeling)

B.E.E. की स्टार रेटिंग योजना को माननीय पावर मन्त्री द्वारा मई 2006 को लागू किया गया। यह योजना फिलहाल में निम्न उपकरणों पर लागू की गई है—कमरा वातानुकूलन, पंखे, कलर टेलीविजन, कम्प्यूटर, रेफ्रिजरेटर, ट्रांसफार्मर, मोटर, वाशिंग मशीन, डीजल जनरेटर सेट, पानी का पम्प, पानी हीटर आदि।

स्टार रेटिंग से मतलब किसी भी उपकरण की ऊर्जा दक्षता से है। यह पाँच विन्दु पैमाना है; अगर किसी उपकरण की रेटिंग अधिक है तो उसकी ऊर्जा खपत कम होगी तथा अधिक बचत होगी। B.E.E. के 1 जनवरी 2018 से भारत में बनने वाले वातानुकूलन या बिकने वाले वातानुकूलन के लिये नई स्टार रेटिंग प्रणाली की शुरूआत की है। इस प्रणाली को भारतीय मौसमी ऊर्जा दक्ष अनुपात या ISEER कहते हैं। यह कूलिंग के लिये ऊर्जा दक्षता को बताती है।

ज्यादातर B.E.E. के द्वारा स्टार रेटिंग उन उपकरणों को दी जाती है जो घरों में अधिक ऊर्जा की खपत करते हैं; जैसे कि ए०सी० रेफ्रिजरेटर, वाशिंग मशीन आदि। स्टार रेटिंग के साथ हमें साल भर में उपकरण द्वारा खपत करने वाली ऊर्जा का अनुमान पता चलता है।

(पावर खपत = 1 विद्युत यूनिट)

B.E.E. ने स्टार रेटिंग को और अधिक प्रभावशाली बनाने के लिए 1 जनवरी 2018 से इसे ISEER मान में देना शुरू कर दिया है। इस बदलाव के साथ ISEER मान 4 से बढ़कर 4.5 हो गया है; इसका मतलब अब जिन वातानुकूलन का ISEER का मान 3.1 से कम होगा, उन्हें भारत में ना तो बना सकते हैं तथा ना ही बेच सकते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रश्नावली

1. ऊर्जा प्रबंधन क्या है? इसके विभिन्न लक्ष्य लिखिए।
2. ऊर्जा नीति से आप क्या समझते हैं? इसके उद्देश्य बताइए।
3. ऊर्जा प्रबंधन दल के कार्य और कर्त्तव्य लिखिए।
4. ऊर्जा प्रबंधन के सिद्धान्त क्या हैं? ऊर्जा प्रबंधन की कार्यनीति के विभिन्न चरणों को लिखिए।
5. ऊर्जा संरक्षण से आप क्या समझते हैं?
6. ऊर्जा संरक्षण से जुड़े विभिन्न सिद्धान्तों को लिखिए।
7. ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 तथा इसकी विशेषताओं को समझाइये।
8. ऊर्जा संरक्षण (संशोधन) बिल में किये गये संशोधनों को लिखिए।
9. ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के महत्वपूर्ण अंशों को समझाइये।
10. मानक तथा लेवलिंग को समझाइये।

AKC TECHNICAL CLASSES

3

विद्युत सप्लाई सिस्टम तथा मोटर
(Electrical Supply System and Motor)

विद्युत सप्लाई सिस्टम (Electric Supply System)

विद्युत पावर को पावर स्टेशन से उपभोक्ता तक पहुँचाने के माध्यम को विद्युत सप्लाई सिस्टम कहते हैं। एक विद्युत सप्लाई सिस्टम तीन मुख्य भागों से मिलका बना है—पावर स्टेशन, संचरण लाइन तथा वितरण सिस्टम। विद्युत पावर का उत्पादन पावर स्टेशन पर होता है जो कि उपभोक्ता से वहुत दूर होता है। इसके उपरान्त इसे विभिन्न लोड सेन्टरों पर जोकि बहुत दूरी पर होते हैं, कंडक्टर के द्वारा संचरित किया जाता है, जिसे संचरण लाइन कहते हैं। अन्त में इसे छोटे तथा बड़े उपभोक्ताओं को वितरण नेटवर्क के द्वारा को वितरित किया जाता है ।

विद्युत सप्लाई को मुख्यत: निम्न दो वितरण सिस्टम द्वारा वितरित किया जाता है—

(1) D.C. व A.C. सिस्टम।

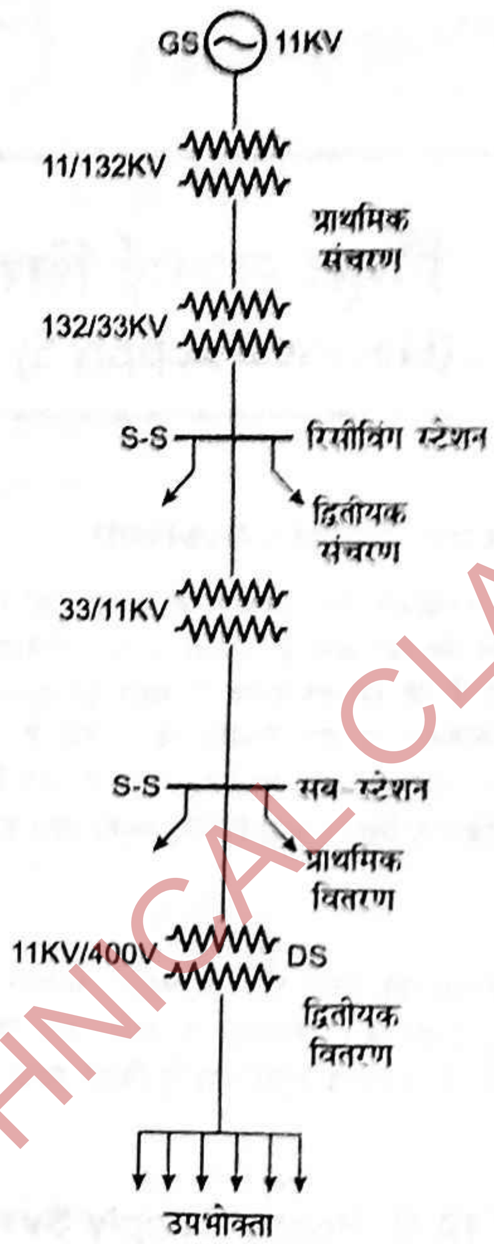
(2) शिरोपरि व भूमिगत सिस्टम।

आजकल 3-फेज, 3-तार A.C सिस्टम को सस्ता होने के कारण उत्पादन व संचरण में उपयोग किया जाता है; जबकि विद्युत पावर का वितरण 3-फेज, 4-तार A.C. सिस्टम के द्वारा किया जाता है। भूमिगत सिस्टम अधिक महँगा होने के कारण उपयोग में नहीं लाया जाता है, इसलिये हमारे देश में विद्युत पावर का संचरण व वितरण शिरोपरि लाइनों के द्वारा किया जाता है।

A.C. पावर सप्लाई सिस्टम (A.C. Power Supply System)

पावर स्टेशन तथा उपभोक्ता के बीच में कंडक्टरों का अधिक जाल होने के कारण इसे दो भागों—संचरण सिस्टम तथा वितरण सिस्टम में बाँटा गया है। प्रत्येक भाग को सिर से दो भागों में बाँटा गया है—प्राथमिक संचरण तथा द्वितीयक संचरण एवम् प्राथमिक वितरण तथा द्वितीयक वितरण। चित्र 3.1 में A.C. पावर सप्लाई सिस्टम को सिंगल लाइन चित्र के द्वारा दिखाया गया है।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 3.1

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) उत्पादन स्टेशन (Generating station)

चित्र में G.S. उत्पादन स्टेशन को दर्शाता है, जहाँ पर विद्युत पावर का उत्पादन आल्टरनेटर के द्वारा होता है तथा जो आपस में समान्तर में जुड़े हुये है। उत्पादित वोल्टेज 11kV है।

विद्युत पावर संचरण सस्ता हो, इसके लिये उत्पादन स्टेशन पर एक तीन फेज ट्रॉसफॉर्मर के द्वारा 11 kV को 132 kV में उच्चीकृत किया जाता है। विद्युत पावर का संचरण उच्च वोल्टेज पर किया जाता है क्योंकि उच्च वोल्टेज पर संचरण करने से कंडक्टर पदार्थ की बचत होती है तथा उच्च संचरण दक्षता प्राप्त होती है। ज्यादातर प्राथमिक संचरण 66 kV, 132 kV, 220 kV तथा 400 kV पर होता है।

(ii) प्राथमिक संचरण (Primary Transmission)

शहर के बाहरी हिस्सों को 132 KV विद्युत पावर का संचरण 3-फेज, 3-तार शिरोपरि लाइनों के द्वारा किया जाता है। इसको प्राथमिक संचरण कहते हैं।

(iii) द्वितीयक संचरण (Secondary Transmission)

प्राथमिक संचरण लाइन रिसीविंग स्टेशन पर समाप्त हो जाती है जो कि शहर का बाहरी हिस्सा होता है। रिसीविंग स्टेशन पर निम्नीकृत ट्रांसफार्मर के द्वारा वोल्टेज को 33 KV तक घटाया जाता है। रिसीविंग स्टेशन से 33 kV को 3-फेज, 3-तार शिरोपरि लाइन के द्वारा शहर के अन्दर बने विभिन्न सबस्टेशन तक पहुँचाया जाता है। इसे द्वितीयक संचरण कहते हैं।

(iv) प्राथमिक वितरण (Primary Distribution)

द्वितीयक संचरण लाइन सब-स्टेशन पर समाप्त हो जाती है। इस सबस्टेशन पर 33 kV को 11 kV, 3-फेज, 3-तार में घटाया जाता है। यह 11 kV की लाइन रोड के समान्तर चलती है। यह प्राथमिक वितरण है।

(v) द्वितीयक वितरण (Secondary Distribution)

प्राथमिक वितरण से प्राप्त 11 kV को वितरण सब-स्टेशन तक लाया जाता है। यहाँ पर 11 kV को 400 V 3-फेज, 4-तार में बदला जाता है। यहाँ पर किन्हीं दो फेजों के बीच में वोल्टेज का मान 400 V तथा फेज व न्यूट्रल के बीच 230 V है।

विद्युत पावर वितरण तन्त्र में हानियाँ
(Losses in electrical power distribution system)

संचरण एवं वितरण में होने वाली हानियां ही पूरे तन्त्र में होने वाली पावर हानियाँ हैं। इनमें से अधिकतर हानियाँ प्राथमिक तथा द्वितीयक वितरण तन्त्र में होती हैं तथा इन्हे तकनीकी हानियाँ व अतकनीकी हानियों में वर्गीकृत किया गया है।

तकनीकी विद्युत पावर हानियाँ (Technical Electric Power Losses)—जब वितरण लाइनों में उपयन्त्र तथा तार के द्वारा ऊर्जा का क्षय होता है तो तकनीकी विद्युत हानियाँ उत्पन्न होती हैं। नेटवर्क की खूबी तथा प्रचालन के तरीके पर हानियाँ निर्भर करती हैं। तकनीकी विद्युत हानियों को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है—निर्धारित तकनीकी हानियाँ व परिवर्तनीय तकनीकी हानियाँ।

निर्धारित तकनीकी हानियाँ (Fixed Technical Losses)—निर्धारित तकनीकी हानियाँ वितरण लाइन में 1/4 से लेकर 1/3 कुल तकनीकी हानियों का होता है। यह ज्यादातर ऊष्मा व आवाज के रूप में उत्पन्न होती है, जब ट्रांसफॉर्मर को ऊर्जित किया जाता है। निर्धारित हानियाँ लोड धारा पर निर्भर नहीं करती हैं बल्कि निम्न बातों पर निर्भर करती हैं—

(1) लीकेज धारा हानियाँ

(2) खुला परिपथ हानियाँ

(3) करोना हानियाँ

(4) परावैद्युत हानियाँ

परिवर्तनीय तकनीकी हानियाँ (Variable Technical Losses)—परिवर्तनीय हानियाँ लोड धारा के स्क्वायर (square) के समानुपाती होती हैं तथा वितरण तन्त्र में तकनीकी हानियाँ 2/3 या 3/4 होती हैं। परिवर्तनीय हानियों के होने का कारण लाइन की प्रतिबाधा, सम्पर्क प्रतिरोध तथा जूल ऊष्मा हानियाँ हैं।

तकनीकी हानियों के होने के कारण (Reason for Technical Losses)

(1) अयोग्य उपकरण जैसे कि ट्रांसफॉर्मर, पम्प, विद्युत मशीन तथा औद्योगिक भार।

(2) वितरण लाइनों में अयोग्य साइज का कंडक्टर।

(3) लम्बी वितरण लाइन।

(4) फेज़ में लोड का बैलेंस ना होना।

AKC TECHNICAL CLASSES

(5) कम पावर फैक्टर।

(6) लाइनों पर अधिक लोड होना।

(7) ट्राँसफॉर्मर का लोडसेंटर से दूर होना।

ऊर्जा दक्ष ट्राँसफॉर्मर (Energy Efficient Transformer)

पावर वितरण ग्रिड सिस्टम में कुल संचरण एवम् वितरण हानियों का लगभग 40-50% विद्युत ट्रांसफॉर्मर के द्वारा होता है। ऊर्जा दक्ष ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करके संचरण एवम् वितरण में होने वाली हानियों को काफी हद तक सीमित किया जा सकता है। ट्राँसफॉर्मर में होने वाली हानियों को 2010 में लगभग आधा कर लिया गया है, अगर हम 1970 में उपयोग होने वाली ट्राँसफॉर्मर से तुलना करें। नये चुम्बकीय पदार्थ का उपयोग करके ट्राँसफॉर्मर की दक्षता को उच्च किया जा सकता है जिसका उदाहरण अमोरफस ट्राँसफॉर्मर (Amorphus Transformer) तथा सूखा प्रकार के ट्राँसफॉर्मर (Dry Type Transformer) हैं।

अमोरफस ट्राँसफॉर्मर (Amorphous Transformer)

(1) साधारण ट्राँसफॉर्मर में C.R.G.O सिलिकन स्टील को लेमीनेशन के रूप मे उपयोग किया जाता है।

(2) अमोरफस ट्राँसफॉर्मर में अमोरफस स्टील को लेमीनेशन के रूप मे उपयोग किया जाता है तथा जिसमें हिस्टेरीसिस हानियाँ कम होती हैं।

अमोरफस ट्राँसफॉर्मर के फायदे

(1) क्रोड या लोह हानियाँ कम होती हैं।

(2) मरम्मत आसानी से होती है।

(3) ओवरलोड क्षमता अधिक है।

(4) वितरण दक्षता अधिक है।

(5) वातावरण के अनुकूल है।

हानियाँ

(1) चुम्बकीय पदार्थ को पतली लेमीनेशन में काटना कठिन कार्य है।

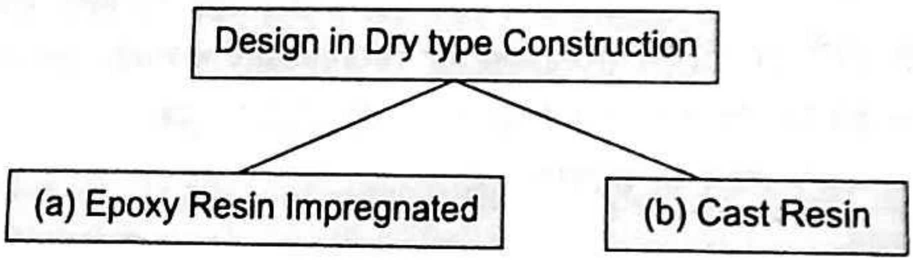
(2) समान पावर रेटिंग के लिये कोर का अधिक cross-section चाहिए।

(3) कोर का साइज अधिक होने के कारण अधिक कंडक्टर लगेगा, जिससे लोड हानियाँ बढ़ेंगी।

सूखा प्रकार के ट्राँसफॉर्मर (Dry Type Transformer)

इस प्रकार के ट्राँसफॉर्मर में क्रोड तथा कोयल को ठण्डा करने के लिये ऑयल या किसी अन्य तरल पदार्थ की आवश्यकता नहीं होती है। इनमें कूलिंग साधारण वायु के द्वारा होती है।

भारत में इस प्रकार के ट्राँसफॉर्मर का उत्पादन 11 KV, 2.5 MVA की सीमा में होता है।



AKC TECHNICAL CLASSES

ट्राँसफॉर्मर में ऊर्जा संरक्षण की विधियाँ (Energy Conservation Techniques in Transformer)

(1) ट्राँसफॉर्मर में लोड को बाँटना।
(2) ट्रांसफॉर्मर का समान्तर प्रचालन।
(3) ट्राँसफॉर्मर में आइसोलेटिंग विधियाँ।
(4) ऊर्जा दक्ष ट्राँसफॉर्मर का उपयोग।
(5) समय-समय पर अनुरक्षण।

ट्राँसफॉर्मर में ऊर्जा संरक्षण का अवसर (Energy Conservation of Opportunities in Transformer)

(1) अमोरफस क्रोड का उपयोग करें।
(2) सूखे प्रकार के ट्रांसफॉर्मर का उपयोग करें।
(3) ऑटो-ट्राँसफॉर्मर का उपयोग करें।
(4) ऊर्जा दक्ष ट्राँसफॉर्मर का उपयोग करें।
(5) कम प्रतिरोध वाले कॉपर कंडेक्टर का उपयोग करें।
(6) अच्छे विद्युतरोधी पदार्थ का उपयोग करें।
(7) ट्राँसफॉर्मर का सही रख-रखाव करें।
(8) ट्राँसफॉर्मर को रेटिंग मान, जैसे कि वोल्टेज, फोम फैक्टर व आवृत्ति पर उपयोग करें।

ट्राँसफॉर्मर में हानियाँ (Losses in a Transformer)

ट्राँसफॉर्मर एक स्थैतिक मशीन (static machine) है, जिस कारण इसमें वायु एवं घर्षण हानियाँ (winding and friction losses) नहीं होती हैं। ट्राँसफॉर्मर में केवल (i) क्रोड या लौह हानियाँ, तथा (ii) ताम्र हानियाँ (copper losses) ही होती हैं।

क्रोड या लौह हानियाँ (Core or Iron Losses)

लौह हानियों को दो भागों में बाँटा जा सकता है—

(1) हिस्टेरीसिस हानियाँ, तथा (2) भंवर धारा हानियाँ।

(1) हिस्टेरीसिस हानियाँ (Hysteresis Losses)

ट्राँसफॉर्मर क्रोड में चुम्बकीय फ्लक्स में प्रत्यावर्तन से क्रोड पटलों के अणु पहले एक दिशा में तथा फिर दूसरी दिशा में चुम्बकित होते हैं, इस क्रिया में ऊर्जा का कुछ भाग व्यय हो जाता है। यह ऊर्जा अणुओं के घर्षण के कारण ताप के रूप में परिवर्तित हो जाती है, जो कि ट्राँसफॉर्मर क्रोड को गर्म कर देती है। हिस्टैरीसिस हानियाँ निम्न बातों पर निर्भर करती हैं—

1. चुम्बकीय पदार्थ या क्रोड के अधिकतम फ्लक्स घनत्व B_{max} पर
2. प्रदाय (supply) की आवृत्ति f पर
3. पदार्थ के आयतन V पर

AKC TECHNICAL CLASSES

S.I. प्रणाली में हिस्टेरीसिस हानियाँ—

$$W_h \propto B_{max}^{1.6} f \cdot V \text{ जूल प्रति सेकण्ड या वाट}$$

या $$W_h = \eta B_{max}^{1.6} f \cdot V \text{ जूल प्रति सेकण्ड या वाट}$$

यहाँ f प्रदाय की आवृत्ति, V चुम्बकीय पदार्थ का घन मीटर में आयतन है तथा η एक स्थिरांक है जो कि स्टेनमेटज का हिस्टेरीसिस गुणांक कहलाता है तथा चुम्बकीय धातु के गुण पर निर्भर करता है। चूँकि ट्रांसफार्मर क्रोड में चुम्बकन वक्र शीघ्र परिवर्तित होता रहता है इसलिये हिस्टेरीसिस हानियो को कम करने के लिये ट्रांसफार्मर क्रोड को ऐसे पदार्थों से बनाया जाता है जिनका हिस्टेरीसिस गुणांक (η) कम हो। ट्रांसफॉर्मर क्रोड मे अधिकतर सिलीकन स्टील तथा परमालॉय (parmalloy) के क्रोड प्रयोग में लाये जाते हैं क्योंकि इनका हिस्टेरीसिस गुणांक क्रमश: 1.91 तथा 0.25 होता है।

(2) भंवर धारा हानियाँ (Eddy Current Losses)

प्रत्यावर्ती फ्लक्स के कारण ट्रांसफॉर्मर क्रोड मे कुण्डलनो (winding) की भाँति वि० वा० बल प्रेरित होता है, जिसके कारण ऊर्जा व्यय होती है। यह ऊर्जा व्यय भंवर धारा हानियां कहलाती हैं। यद्यपि क्रोड इत्यादि मे बहुत कम वि० वा० बल प्रेरित होता है लेकिन क्रोड पटलो (core lamination) मे कम प्रतिरोध होने के कारण, उच्च भंवर धारायें प्रेरित होती हैं। यह धारायें क्रोड में कई बन्द लघु परिपथ बनाती है, जिससे ऊष्मा उत्पन्न होती है तथा गर्म हो जाती है। भंवर धारा हानियों को कम करने के लिये क्रोडों को अनेक पटलो (पतली-पतली) या पत्तियों को जोड़कर बनाया जाता है। इस प्रकार टुकड़े पटलित (laminated) कहलाते है। इस पतली-पतली पत्तियो के टुकड़ो पर वार्निश की पतली पर्त चढ़ा दी जाती है, जिसके कारण चुम्बकीय बल रेखाओं का पथ छोटा हो जाता है। धाराओ के क्षीणं होने से क्रोड कम गर्म होती है। भंवर धारा हानियाँ निम्न बातो पर निर्भर करती हैं—

अधिकतम फ्लक्स घनत्व (B_{max}), पटलो की मोटाई t, प्रदाय आवृत्ति f तथा क्रोड के आयतन V पर। यदि अधिकतम फ्लक्स घनत्व (B_m), वेबर प्रति वर्ग मीटर में, f = प्रदाय की आवृत्ति प्रति सेकण्ड लें, t पटल (lamination) की मोटाई मीटर में तथा V = क्रोड का आयतन घन मीटर मे हो, तब भंवर धारा हानियाँ—

$$W_e \propto (B_{max})^2 \cdot t^2 f^2 V \text{ वाट}$$

$$W_e = \lambda (B_{max})^2 \cdot t^2 f^2 V \text{ वाट}$$

उपरोक्त सूत्र से स्पष्ट है कि भंवर धारा हानियाँ पटलों की मोटाई t के वर्ग के समानुपाती होती हैं। अत: यदि पटलों की मोटाई कम कर दी जाये तो भंवर धारा हानियाँ कम की जा सकती हैं। यदि कारण है कि ट्रांसफॉर्मर तथा अन्य मशीनों को पतली पटलों द्वारा बनाया जाता है। **क्रोड हानियों को ट्रांसफॉर्मर के खुले परिपथ परीक्षण द्वारा ज्ञात करते हैं।**

ताम्र हानियाँ (Copper Losses)

यह हानियाँ ट्रांसफॉर्मर कुण्डलनों (Transformer's Winding) के प्रतिरोध तथा उनमें से प्रवाहित होने वाली धारा के कारण होती है।

कुल ताम्र हानियाँ $= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 - I_1^2 R_{01} = I_2^2 R_{02}$। अत: ताम्र हानियाँ धारा के वर्ग के समानुपाती होती हैं।

धारा का मान ट्राँसफॉर्मर पर दिये गये लोड पर निर्भर करता है। यदि लोड आधा हो तो हानियाँ $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$ गुणा हो जायेंगी तथा यदि लोड दुगुना हो तो ताम्र हानियाँ $(2)^2 = 4$ गुना हो जायेंगी। ट्राँसफॉर्मर के कुण्डलन का प्रतिरोध ताम्र चालक की लम्बाई के समानुपाती तथा अनुप्रस्थ काट के प्रतिलोमानुपाती होता है। उच्च वोल्टता कुण्डलन का प्रतिरोध निम्न वोल्टता कुण्डलन की अपेक्षा अधिक होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

ट्राँसफॉर्मर की दक्षता (Efficiency of Transformer)

किसी निश्चित विद्युत लोड तथा शक्ति गुणक पर ट्राँसफॉर्मर की दक्षता, ट्राँसफॉर्मर की निर्गत (output) तथा निविष्ट (input) का अनुपात होता है। निर्गत तथा निविष्ट एक ही इकाई में मापी जानी चाहिये अर्थात् वाट या किलोवाट में।

$$\therefore \quad \text{ट्राँसफॉर्मर की दक्षता (efficiency)} = \frac{\text{निर्गत (output)}}{\text{निविष्ट (input)}}$$

तथा

$$\text{प्रतिशत दक्षता} = \frac{\text{निर्गत}}{\text{निविष्ट}} \times 100$$

ट्राँसफॉर्मर एक उच्च दक्षता वाली मशीन है इसलिये इसमें बहुत कम हानियाँ होती हैं। यह अव्यावहारिक है कि इसकी निर्गत (output) तथा निविष्ट (input) मापी जाये, क्योंकि दोनों का मान लगभग समान ही होगा। ट्राँसफॉर्मर की दक्षता ज्ञात करने का सबसे सरल उपाय यह है कि ट्राँसफॉर्मर में होने वाली हानियों को माप लिया जाये और तब दक्षता ज्ञात की जाये।

$$\therefore \quad \text{दक्षता} = \frac{\text{निर्गत (output)}}{\text{निर्गत + हानियाँ}}$$

$$= \frac{\text{निर्गत}}{\text{निर्गत + लौह हानियाँ + ताम्र हानियाँ}}$$

$$\text{निर्गत (output)} = V_2 I_2 \cos\phi$$

लौह हानियाँ—

$$W_i = W_e \text{ (भंवर हानियाँ)} + W_h \text{ (हिस्टेरीसिस हानियाँ)}$$

तथा ताम्र हानियाँ,

$$W_c = I_1^2 R_{01} \text{ या } I_2^2 R_{02}$$

$$\therefore \quad \text{दक्षता} = \frac{V_2 I_2 \cos\phi}{V_2 I_2 \cos\phi + I_2^2 R_{02} + W_c + W_h}$$

या

$$\text{दक्षता} = \frac{\text{निविष्ट} - \text{हानियाँ}}{\text{निविष्ट}} = 1 - \frac{\text{हानियाँ}}{\text{निविष्ट}}$$

ट्राँसफॉर्मर की उपरोक्त दक्षता को **साधारण या वाणिज्य दक्षता** (Commercial efficiency) कहते हैं। यह ध्यान रखने योग्य बात है कि ट्राँसफॉर्मर की दक्षता, वाट में निर्गत शक्ति पर निर्भर करती है न कि वोल्ट-ऐम्पियर में, यद्यपि हानियाँ VA **के समानुपाती होती हैं।** अत: किसी वोल्ट-ऐम्पियर (VA) लोड पर ट्राँसफॉर्मर की दक्षता शक्ति गुणक पर निर्भर करती है तथा **अधिकतम दक्षता इकाई शक्ति पर गुणक पर** होती है।

ट्राँसफॉर्मर पर खुले परिपथ परीक्षण द्वारा क्रोड या लोह हानियाँ तथा लघु परिपथ परीक्षण द्वारा ताम्र हानियाँ ज्ञात की जाती हैं।

टैरिफ निर्धारित करने का उद्देश्य (Object of fixing the tariff)

टैरिफ के लागू करने का मुख्य उद्देश्य विद्युत-उत्पादन में व्यय किए गए धन का विद्युत उपभोक्ताओं से वसूल करना है, ताकि समयोपरान्त आवश्यकतानुसार, नवीन बिजलीघर का निर्माण किया जा सके। सभी प्रकार के विद्युत-टैरिफों से निम्नलिखित प्रभार (charges) प्राप्त होते हैं—

(i) वार्षिक नियत प्रभार (Annual fixed charges)—सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली की प्रारम्भिक कीमत (Initial cost) अर्थात् मूलधन (capital cost), जैसे विद्युत के उत्पादन, संचरण, वितरण, मापन, रक्षण आदि के लिए प्रयुक्त मशीन, उपस्कर, उपकरण तथा युक्तियों की कीमत, उच्च पदासीन कर्मचारियों के वेतनमान आदि।

AKG TECHNICAL CLASSES

(ii) वार्षिक प्रचालन प्रभार (Annual operating charges)—सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली की प्रचालन कीमत (operating cost), जैसे विद्युत उत्पादन में प्रयुक्त ईंधन, जल, तेल शीतलक तथा स्नेहक की कीमत, वैद्युत प्रणाली की मरम्मत, देखभाल तथा अनुरक्षण की कीमत, कर, ब्याज, बीमा आदि का प्रभार, लघु पदासीन कर्मचारी तथा कारीगरों के वेतनमान आदि।

टैरिफ निर्धारित करने के लिए कारक (Factors for fixing the Tariff)

टैरिफ निर्धारण के समय, निम्नलिखित महत्त्वपूर्ण कारको पर विचार करना आवश्यक है; क्योंकि इन्हीं कारकों पर टैरिफ निर्भर करता है—

(i) कुल वार्षिक नियत प्रभार (Total annual fixed charges),
(ii) कुल वार्षिक चल प्रभार (Total annual running charges),
(iii) उपभोक्ता द्वारा की गई उच्चतम माँग (Maximum demand),
(iv) उपभोक्ता द्वारा उपयोग की गई वैद्युत ऊर्जा (kwh),
(v) वैद्युत भार की मात्रा (Quantity of load in kw or kva),
(vi) वैद्युत भार की प्रकृति (Nature of load, domestic or powr load),
(vii) वैद्युत भार का समयान्तर (Load duration, evening, morning, night),
(viii) वैद्युत भार का शक्तिगुणक (Power factor of load, low, medium, high),
(ix) वैद्युत भारगुणक (Load factor such as low, medium, high),
(x) विभिन्नता गुणक (Diversity factor such as low, medium, high),
(xi) उपभोक्ता द्वारा उपभोगिता वैद्युत इकाइयों पर छूट (Rebate on units),
(xii) बीजक तैयार करने की विधि (method of preparing the bill)।

आदर्श टैरिफ के अभिलक्षण (Characteristics of Ideal Tariff)

(i) टैरिफ सरल व सुगम होना चाहिए, ताकि सामान्य व्यक्ति भी शीघ्रता से समझ सके तथा अपनाने के लिए सहर्ष सहमत हो सके।
(ii) टैरिफ सस्ता होना चाहिए, ताकि गरीब व्यक्ति भी वैद्युत ऊर्जा का उपयोग (use) प्रसन्नतापूर्वक कर सके।
(iii) टैरिफ सभी प्रकार के उपभोक्ताओं को सहर्ष स्वीकृत होना चाहिए।
(iv) टैरिफ द्वारा उपभोक्ताओं (consumers) के विद्युत-उपभोग करने को प्रोत्साहन मिलना चाहिए, अर्थात् अधिक विद्युत उपयोग करने वाले उपभोक्ता को कुछ छूट (rebate) या रियायत (concession) अथवा अनुदान (grant) मिलना चाहिए।
(v) टैरिफ द्वारा इलेक्ट्रिक-सप्लायर को इलेक्ट्रिक-कंज्यूमर से शुल्क के रूप में एक निश्चित यथोचित धनराशि प्राप्त होनी चाहिए।
(vi) टैरिफ, प्रदायक (supplier) तथा उपभोक्ता (consumer) दोनों को समान रूप से लाभप्रद सिद्ध होना चाहिए।

टैरिफ के प्ररूप (Types of Tariff, *i.e.*, rate of electricity)

(i) सरल दर वाला टैरिफ (simple rate tariff),
(ii) समदर वाला टैरिफ (flat rate tariff),
(iii) सममांग वाला टैरिफ (flat demand tariff),

AKC TECHNICAL CLASSES

(iv) पद-दर वाला टैरिफ (step rate tariff),
(v) खण्ड-दर वाला टैरिफ (block rate tariff),
(vi) द्वि-दर अर्थात् दरों वाला टैरिफ (two rate tariff),
(vii) अधिकतम माँग वाला टैरिफ (maximum demand tariff),
(viii) शक्तिगुणक वाला टैरिफ (power factor tariff),
 (a) किलोवाट-एम्पियर अधिकतम माँग टैरिफ (kva maximum demand tariff),
 (b) कि० वा० ह० तथा कि० वो० ऐ० रि० हा० टैरिफ (kwh. & kvarh. tariff),
 (c) औसत शक्तिगुणक वाला टैरिफ (average power factor tariff),
(ix) त्रि-दर अर्थात् तीन दरों वाला टैरिफ (three rate tariff),
(x) अशिखर अर्थात् शिखरहीन वैद्युत भार वाला टैरिफ (off-peak load tariff),
(xi) ऋतुनिष्ठ या ऋतु सम्बन्धी अथवा मौसमिक टैरिफ (seasonal tariff)
(xii) वहुल टैरिफ अथवा गुणक टैरिफ (multiple tariff)

सरल दर टैरिफ (Simple rate tariff)

प्रस्तुत टैरिफ उपभोक्ता द्वारा उपयोग की गई वैद्युत इकाइयों पर प्रत्यक्ष निर्भर करता है; इसलिए इस टैरिफ के अन्तर्गत प्रदायक (supplier) प्रत्यक्ष उपभोगित (consumed) वैद्युत ऊर्जा के आधार पर उपभोक्ता से वैद्युत ऊर्जा की कीमत वसूल करता है। वैद्युत ऊर्जा की प्रति इकाई कीमत ज्ञात करने के लिए, निम्नलिखित सूत्र का प्रयोग (use) होता है—

$$\text{प्रति वैद्युत इकाई कीमत} = \frac{\text{वार्षिक नियत प्रभार + वार्षिक चल प्रभार}}{\text{उपभोक्ता द्वारा उपभोगित कुल वैद्युत इकाइयाँ (units)}}$$

गुण (Merits)

सरल दर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) टैरिफ निर्धारण की यह विधि अति सरल व सुगम है; इसलिए साधारण व्यक्ति भी सरलता से समझ सकता है।
(ii) इसका बिल बनाने में कम समय लगता है; क्योंकि इसका परिकलन अति सरल है।

दोष (Demerits)

सरल दर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) विभिन्न श्रेणी के उपभोक्ताओं के लिए, प्रति वैद्युत इकाई की कीमत एकसमान होने के कारण, विद्युत-उपयोग करने का प्रोत्साहन नहीं मिलता है।
(ii) इस टैरिफ में प्रति वैद्युत इकाई कीमत (per electric unit cost) उच्च होती है।

अनुप्रयोग (Applications)

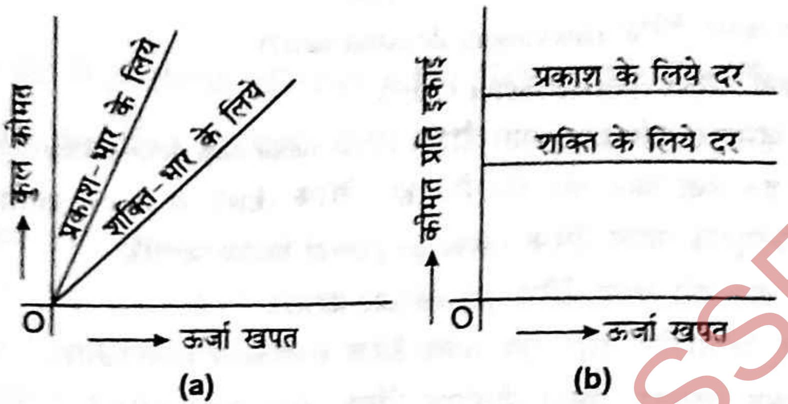
इस टैरिफ का प्रयोग, आवासीय उपभोक्ताओं (domestic consumers) के लिए होता है।

समदर टैरिफ (Flat rate tariff)

प्रस्तुत टैरिफ, उपभोक्ता के वैद्युत भार परिवेषण (load service) की प्रकृति पर निर्भर करता है; इसलिए विभिन्न प्रकार के उपभोक्ताओं से उपभोगित वैद्युत ऊर्जा की कीमत वैद्युत भार परिवेषण को प्रकृति के आधार पर वसूल की

AKC TECHNICAL CLASSES

जाती है। इसमें शक्ति-भार परिवेषण के लिए वैद्युत ऊर्जा की दर कुछ कम तथा प्रकाश व पंखों के लिए वैद्युत ऊर्जा की दर कुछ अधिक रखी जाती है, अर्थात् औद्योगिक वैद्युत भार के टैरिफ की अपेक्षा, घरेलू वैद्युत भार का टैरिफ उच्च होता है; क्योंकि प्रकाश सम्बन्धी घरेलू वैद्युत भार का लोड-फैक्टर तथा डाइवर्सिटी-फैक्टर का मान उच्च होता है।



चित्र 3.2 : समदर टैरिफ (Flat rate tariff)

गुण (Merits)

समदर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) यह टैरिफ अति सरल व सुगम है; इसलिए इसे साधारण व्यक्ति भी समझ सकता है।

(ii) दायक को किसी एक प्रकार के वैद्युत भार का बिल तैयार करने में कम समय लगता है; क्योंकि इसका परिकलन करना अति सरल होता है।

(iii) इसमें वैद्युत ऊर्जा की बर्बादी अर्थात् फिजूलखर्ची कम होती है; क्योंकि उपभोक्ता को सम्पूर्ण ऊर्जा की कीमत चुकानी पड़ती है।

दोष (Demerits)

समदर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) विभिन्न प्रकार के लोड (घरेलू तथा औद्योगिक वैद्युत भार) के लिए, अलग-अलग ऊर्जा मापक की आवश्यकता होती है; इसलिए ऊर्जामापकों (energy meters) की कीमत का व्यय बढ़ता है।

(ii) विभिन्न प्रकार के वैद्युत भारों के लिए, वैद्युत ऊर्ज की दर भिन्न-भिन्न लेने के कारण बिल तैयार करने में परिकलन कार्य बढ़ जाता है; इसलिए समय अधिक लगता है।

(iii) सम्पूर्ण वैद्युत भार (electric charge), उपभोग की गई वैद्युत ऊर्जा के प्रत्यक्ष समानुपाती होता है। अर्थात् उपभोक्ता को अधिक विद्युत-उपभोग करने पर, किसी प्रकार की छूट नहीं दी जाती; इसलिए यह टैरिफ प्रोत्साहन रहित है।

(iv) इसमें प्रति इकाई वैद्युत ऊर्जा की कीमत, कुछ अधिक रखी जाती है; क्योंकि उपभोक्ता का पोषक (feeder) सदैव चालू अर्थात् ऊर्जित रखा जाता है।

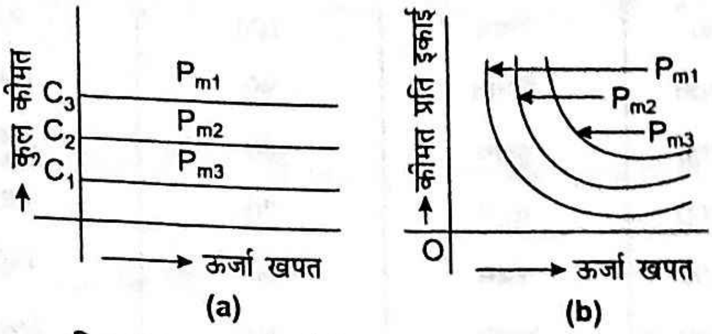
अनुप्रयोग (Applications)

इस टैरिफ का प्रयोग (use), सामान्य स्तर पर घरेलू तथा लघु उद्योगी उपभोक्ताओं के लिए होता है।

सममांग टैरिफ (Flat demand tariff)

यह आधुनिक समय का अति नवीन टैरिफ है, जो उपभोक्ता के संयोजित विद्युत भार पर निर्भर करता है। इसमें उपभोक्ता को विद्युत से चलने वाले अपनी सभी यन्त्र, उपयन्त्र, उपस्कर, उपकरण आदि की निर्धारित क्षमता के आधार

पर, प्रति मास या प्रति वर्ष के हिसाब से एक नियत धनराशि विद्युत-दायक (electric supplier) को भुगतान करनी पड़ती है।



चित्र 3.3 : सममांग टैरिफ (Flat demand tariff)

गुण (Merits)

सममांग टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) इसमें विद्युत-मापन के लिए, किसी प्रकार के मापनयन्त्र का प्रतिष्ठापन नहीं करना पड़ता है। इसलिए उपभोक्ता की परिसर (premises) में जाकर, मापक में पाठ्यांकन (reading) लेने का कार्य नहीं करना पड़ता, और मापक (meter) की कीमत पर व्यय नहीं करना पड़ता है।

(ii) विल तैयार करने में किसी प्रकार का परिकलन कार्य नहीं करना पड़ता है। इस प्रकार श्रम तथा समय की बचत होती है।

दोष (Demerits)

सममांग टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) इसमें सबसे बड़ी कमी यह है कि उपभोक्ता चोरी-छिपे किसी भी समय, अपनी मशीनों द्वारा कार्य करता है और जिसकी रोक-टोक करने में अधिक परेशानी उठानी पड़ती है। फलत: आपसी सम्बन्ध भी खराब होते हैं।

(ii) इसमें कुछ उपभोक्ताओं की ऐसी धारण बन जाती है कि आवश्यकता न होने पर भी अपने उपकरणों को चालू रखकर, वैद्युत ऊर्जा का अपव्यय करते हैं। इसी कारण आजकल इस टैरिफ का प्रयोग (use) नहीं के बराबर है। केवल उत्तर-प्रदेश में इस टैरिफ का प्रयोग, अभी कृषि कार्यों के लिए सिंचाई में लागू किया गया है।

अनुप्रयोग (Applications)—इस टैरिफ का प्रयोग यद्यपि अत्यन्त सीमित है; फिर भी इसका प्रयोग वहीं पर होता है, जहाँ पर विद्युत-उपयोग करने का समय ज्ञात होता है, अथवा जहाँ पर निश्चित समय के लिए सप्लाई प्रदान की जाती है और शेष समय के लिए सप्लाई ऑफ रखी जाती है; जैसे कृषि कार्यों के लिए, राजमार्गों के प्रकाश (road light), संकेतन प्रकाश आदि।

पद-दर टैरिफ (Step rate tariff)

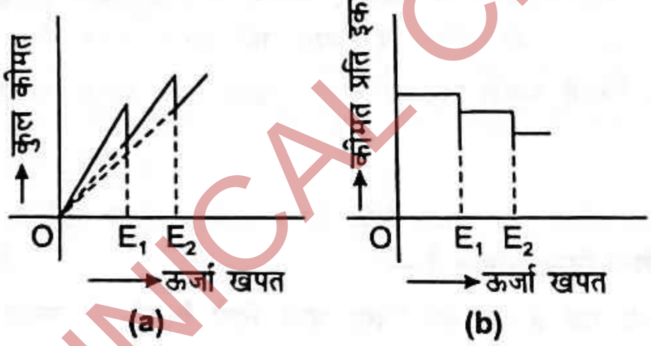
प्रस्तुत टैरिफ उपभोगित वैद्युत इकाइयों की संख्या पर निर्भर करता है। इसमें विद्युत का उपभोग बढ़ने के साथ-साथ पदों की संख्या भी बढ़ती है; क्योंकि निश्चित उपभोगित इकाइयों के पश्चात् एक अग्रिम पद प्रारम्भ हो जाता है और प्रत्येक अग्रिम पद के साथ, सम्पूर्ण वैद्युत ऊर्जा की दर घट जाती है। इस प्रकार जैसे-जैसे वैद्युत ऊर्जा का उपयोग बढ़ता जाता है, वैसे-वैसे सम्पूर्ण वैद्युत ऊर्जा की दर, पद में घटती जाती है और अधिक वैद्युत ऊर्जा उपभोग करने वाले उपभोक्ताओं को विद्युत अधिक सस्ती पड़ती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

क्रमांक (S.N.)	इकाइयाँ (Units)	पद (Step)	दर (N.P./kwh)	उपभोगित इकाइयाँ	विद्युत प्रभार (charges)
1.	0 से 100	प्रथम	100	40	Rs. 40/-
2.	101 से 200	द्वितीय	90	160	Rs. 144/-
3.	201 से 300	तृतीय	80	250	Rs. 200/-
4.	301 से 400	चतुर्थ	70	320	Rs. 224/-
5.	401 से 500	पंचम	60	480	Rs. 228/-
6.	501 से 600	षष्ठम	50	560	Rs. 280/-
7.	601 से 700	सप्तम	40	650	Rs. 360/-

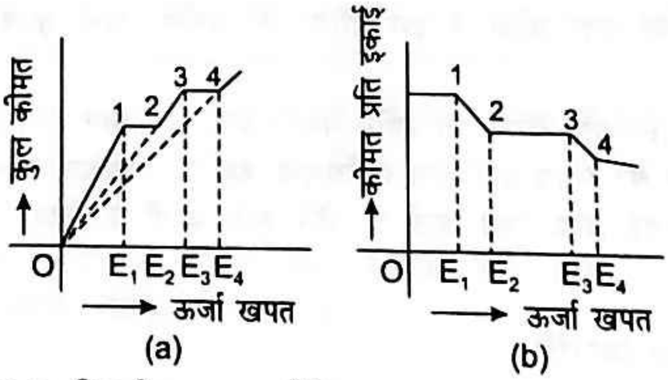
गुण (Merits)

पद-दर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—



चित्र 3.4 : पद-दर टैरिफ (Step rate tariff)

(i) इस टैरिफ से अधिक ऊर्जा-उपभोग करने वाले उपभोक्ता को विद्युत अधिक सस्ती पड़ती है; इसलि उपभोक्ताओं को विद्युत-उपभोग करने का प्रोत्साहन मिलता है और लोड-फैक्टर बढ़ जाता है।



चित्र 3.5 : विकसित पद दर टैरिफ (Modified step rate tariff)

(ii) इस टैरिफ से विद्युत का उपयोग (use) बढ़ जाता है।

दोष (Demerits)

पद-दर टैरिफ के प्रमुख दोष अग्रलिखित है—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) इस टैरिफ में सबसे बड़ी कमी यह है कि पद को पार करने के पश्चात् कुल वैद्युत ऊर्जा की दर घट जाती है; इसलिए कुछ उपभोक्ता, पद पार करने के उद्देश्य से विद्युत का दुरुपयोग करते हैं।

(ii) इस टैरिफ में प्रति इकाई वैद्युत ऊर्जा की कीमत, नियत (fixed) नहीं रहती है, इसलिए बिल बनाने में अधिक समय लगता है।

अनुप्रयोग (Applications)

इस टैरिफ का प्रयोग यद्यपि सीमित है, फिर भी यदा-कदा औद्योगिक उपभोक्ताओं (industrial consumers) के लिए होता है।

खण्ड-दर टैरिफ (Block rate tariff)

प्रस्तुत टैरिफ, पद-दर टैरिफ ही का एक विकसित रूप है। यह भी पद-दर टैरिफ के समान ही उपभोगित वैद्युत इकाइयों पर निर्भर करता है। अन्तर केवल इतना है कि पद-दर टैरिफ में अग्रिम पद-क्रमों में सम्पूर्ण वैद्युत ऊर्जा की दर घट जाती है, जबकि खण्ड-दर टैरिफ में अग्रिम खण्ड-क्रमों में वैद्युत ऊर्जा की दर घटती रहती है। उदाहरण के लिए, ऊर्जा की 250 वैद्युत इकाइयों का टैरिफ निम्न प्रकार से है—

प्रथम खण्ड की 100 इकाइयों की दर 50 पैसे प्रति इकाई व अग्रिम खण्ड की समान इकाइयों की दर 40 पैसे प्रति इकाई तथा इससे अग्रिम अन्तिम खण्ड की शेष इकाइयों की दर 30 पैसे प्रति इकाई है; तब खण्ड दर टैरिफ के अनुसार, कुल विद्युत-प्रभार (electric charges)

$$= (100 \times 50) + (100 \times 40) + (50 \times 30)$$

$$= (5000 + 4000 + 1500) \text{ पैसा}$$

$$= 10500 \text{ पैसा} = 105 \text{ रुपया}$$ **उत्तर**

तथा पद-दर टैरिफ के अनुसार, कुल विद्युत-भार (electric charges)

$$= 250 \times 30 \text{ पैसा}$$

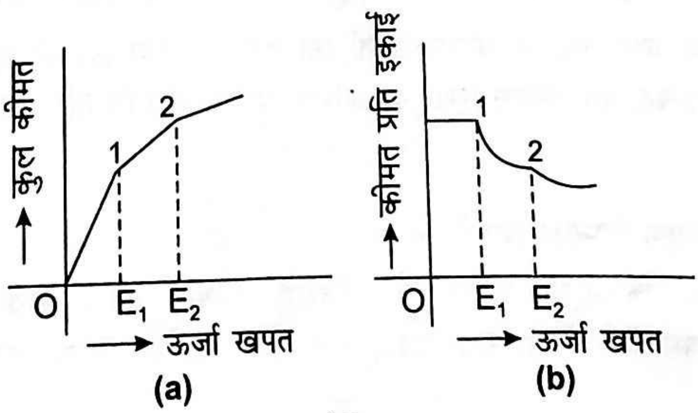
$$= 7500 \text{ पैसे} = 75 \text{ रुपया}$$

गुण (Merits)

खण्ड-दर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) पद-दर टैरिफ की तरह ही खण्ड-दर टैरिफ में भी जितनी अधिक वैद्युत ऊर्जा उपयोग (use) की जाती है, उतनी ही अधिक सस्ती पड़ती है।

(ii) प्रस्तुत टैरिफ से विद्युत-उपभोक्ताओं को वैद्युत ऊर्जा के उपयोग (use) करने का प्रोत्साहन अधिक मिलता है।



चित्र 3.6 : खण्ड दर टैरिफ (Block rate tariff)

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) अधिक वैद्युत ऊर्जा (kwh) उपभोग करने से लोड-फैक्टर तथा डाइवर्सिटी-फैक्टर बढ़ता है, जिससे वैद्युत ऊर्जा की प्रति इकाई कीमत घटती है।

(iv) वैद्युत ऊर्जा के उपयोग (use) न करने पर, उपभोक्ता को किसी प्रकार की ऋणात्मक कीमत अथवा दण्ड रूप से उपशुल्क या कर नहीं देना पड़ता है।

दोष (Demerits)

खण्ड-दर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) इस टैरिफ में वैद्युत ऊर्जा की दर एक समान अर्थात् स्थिर नहीं रहती; इसलिए परिकल्पनात्मक कार्य अधिक बढ़ जाता है और विद्युत-प्रभार का बिल तैयार करने में अधिक समय लगता है।

(ii) बिल तैयार करने में प्रायः संगणक (computer) का प्रयोग करना पड़ता है।

(iii) प्रस्तुत टैरिफ जटिल होने के कारण, सामान्य जन समूह (general public) की समझ से बाहर है।

अनुप्रयोग (Applications)

इस टैरिफ का प्रयोग घरेलु व्यावसायिक तथा लघु औद्योगिक उपभोक्ताओं के लिए होता है।

'द्वि-भाग या द्वि-दर' टैरिफ (Two part or two rate tariff)

इस टैरिफ में कुल विद्युत-प्रभार दो भागों में अलग-अलग बाँटा होता है; इसलिए इसे द्वि-भाग टैरिफ कहते हैं। प्रत्येक भाग की दर भिन्न-भिन्न होने के कारण, द्वि-दर टैरिफ भी कहते हैं। टैरिफ का प्रथम भाग, नियत प्रभार (fixed charges) पर निर्भर करता है। नियत प्रभार अधिकतम माँग के प्रत्यक्ष समानुपाती होता है और उपभोगित वैद्युत ऊर्जा पर निर्भर नहीं करता है। फलतः टैरिफ के प्रथम भाग में उपभोक्ता माँग को निश्चित दर (A रुपया प्रति kw) के हिसाब से प्रदायक को नियत प्रभार के रूप में भुगतान करता है।

टैरिफ का द्वितीय भाग, चालन प्रभार (running charges) पर निर्भर करता है। चालन प्रभार कुल उपभोगित वैद्युत ऊर्जा के समानुपाती होते हैं और अधिकतम माँग पर निर्भर नहीं करता है। फलतः टैरिफ के अन्तिम भाग अर्थात् द्वितीय भाग में उपभोक्ता उपभोगित वैद्युत ऊर्जा को एक निश्चित दर (B रुपया प्रति kwh) के हिसाब से दायक को चालन प्रभार के रूप में भुगतान करता है। द्वि-भाग टैरिफ को गणनात्मक सूत्र के रूप में निम्नलिखित व्युत्पत्ति द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है—

कुल प्रभार (total charges) — Rs. [A . kw + B . kwh]

यहाँ पर A = रुपयों में स्थिर प्रभार प्रति किलोवाट अधिकतम माँग

kw = किलोवाट अधिकतम माँग (maximum demand)

B = रुपयों में स्थिर प्रभार प्रति किलोवाट-ऑवर उपभोगित वैद्युत ऊर्जा

kwh = किलोवाट-ऑवर में उपभोगित वैद्युत ऊर्जा, जो ऊर्जामापी द्वारा मापी जाती है।

टिप्पणी (Note)—उच्चतम माँग तथा उपभोगित ऊर्जा की दरें (A तथा B) को एक-दर टैरिफ या पद-दर टैरिफ अथवा खण्ड-दर टैरिफ के आधार पर, एक समान स्थिर या क्रमिक परिवर्तनीय निर्धारित किया जाता है।

गुण (Merits)

द्वि-दर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) द्वि-भाग टैरिफ का एक ऐसा टैरिफ है, जिसमें नियत प्रभार तथा प्रचालन प्रभार के रूप विद्युत-उपभोक्ता से वास्तविक तथा यथोचित विद्युत-प्रभार वसूल किया जाता है

दोष (Demerits)

द्वि-दर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) इसमें उच्चतम माँग मापन की एक बहुत बड़ी समस्या सदैव बनी रहती है; क्योंकि उच्चतम माँग का निर्धारण संयोजित भार (connected load) या कमरों की संख्या अर्थात् सतह क्षेत्रफल अथवा परिसर (premises) की यथोचित दर के आधार पर होता है।

(ii) इसमें उद्योग बन्ध होने पर भी उपभोक्ता को व्यर्थ में ही नियत प्रभार के रूप में विद्युत-प्रभार का भुगतान करना पड़ता है।

(iii) इसमें प्रभार पत्र अर्थात् लेखा (bill) तैयार करने में समय भी अधिक लगता है।

अनुप्रयोग (Applications)

इस टैरिफ का प्रयोग, मध्यम श्रेणी के औद्योगिक उपभोक्ताओं के लिए होता है।

अधिकतम माँग टैरिफ (Maximum demand tariff)

प्रस्तुत टैरिफ, उक्त वर्णित द्वि-दर टैरिफ का ही एक सरलतम रूप है, जिसमें उपभोक्ता के परिसर में प्रतिष्ठापित अधिकतम मांगमापी द्वारा उपभोक्ता की अधिकतम माँग का मान ज्ञात कर लिया जाता है। इस प्रकार इसमें द्वि-भाग टैरिफ की तरह, अधिकतम माँग के कारण होने वाली परेशानी का सामना नहीं करना पड़ता है। इसे सूत्र रूप में निम्न प्रकार से व्यक्त किया जाता है—

$$\text{कुल प्रभार (Total charges)} = \text{Rs.}\,(A \cdot kw + B \cdot kwh)$$

गुण (Merits)

अधिकतम माँग टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

प्रस्तुत टैरिफ, द्वि-भाग टैरिफ का ही एक संशोधित रूप है; इसलिए गुण व दोष तथा अनुप्रयोग द्वि-भाग टैरिफ के समान ही हैं। द्वि-भाग टैरिफ की अपेक्षा, इसमें केवल सबसे बड़ी अच्छाई यह है कि अधिकतम माँग को, एक अधिकतम माँगमापी द्वारा ज्ञात किया जाता है; इसलिए प्रदायक तथा उपभोक्ता में आपसी सम्बन्ध सदैव अच्छे बने रहते हैं।

दोष (Demerits)

अधिकतम माँग टैरिफ के प्रमुख दोष निम्नलिखित हैं—

प्रस्तुत टैरिफ में द्वि-भाग टैरिफ की प्रथम कमी यद्यपि दूर हो जाती है; परन्तु उपभोक्ता के परिसर (premises) में प्रतिष्ठापित अधिकतम माँगमापी की कीमत का व्यय वढ़ जाता है। इसके अलावा अन्य सब कमियाँ द्वि-भाग या द्वि-दर टैरिफ के समान ही बनी रहती हैं।

शक्तिगुणक टैरिफ (Power factor tariff)

शक्तिगुणक टैरिफ भी द्वि-भाग टैरिफ का ही एक विकसित रूप है। इसका मुख्य उद्देश्य सम्पूर्ण वैद्युत शक्ति प्रणाली का उच्च शक्तिगुणक कायम रखना है। इस टैरिफ में उपभोक्ता को उच्च शक्तिगुणक कायम करने के लिए बाध्य किया जाता है। चूँकि वैद्युत शक्ति संयन्त्रों तथा वैद्युत मशीनों की दक्षता, विद्युत-प्रदाय प्रणाली के शक्तिगुणक पर निर्भर करती है; इसलिए दोनों की व्यावहारिक उपयोगिता वढ़ाने के लिए शक्तिगुणक के मान को यथोचित मितव्ययी कायम रखना विद्युत-प्रदायक तथा विद्युत-उपभोक्ता दोनों ही का समान कर्त्तव्य है।

किलोवोल्ट-ऐम्पियर अधिकतम माँग टैरिफ (kva maximum demand tariff)

शक्तिगुणक का प्रस्तुत टैरिफ, द्वि-भाग टैरिफ का ही एक विकसित रूप है, जिससे अधिकतम माँग को kw के स्थान पर kva में अधिकतम माँगमापी (m.d.m.) द्वारा मापा जाता है। यह अधिकतम माँगमापी उपभोक्ता के परिसर में प्रतिष्ठापित रहता है। इसे सूत्र रूप में अग्र प्रकार से व्यक्त किया जाता है—

$$\text{कुल प्रभार (total charges)} = \text{Rs.}\,(A \cdot kva + B \cdot kwh)$$

AKC TECHNICAL CLASSES

गुण (Merits)

चूँकि एक स्थिर kw भार पर, न्यून शक्तिगुणक के कारण, kva का मान बढ़ जाता है; इसलिए अधिकतम माँग का विद्युत-प्रभार Rs. A (kva) का मान भी बढ़ जाता है। फलस्वरूप उपभोक्ता न्यून शक्तिगुणक रखना पसन्द नहीं करता है।

किलोवाट-ऑवर तथा किलोवोल्ट-ऐम्पियर रिएक्टिव ऑवर टैरिफ (kwh and kvarh tariff)

शक्तिगुणक की इस टैरिफ के अन्तर्गत, उपभोक्ता के परिसर (premises) में प्रतिष्ठापित kwh तथा kvarh मापकों द्वारा क्रमशः kwh तथा kvarh ऊर्जाओं की खपत अलग-अलग मापी जाती है और उपभोक्ता भिन्न-भिन्न दर से दोनों प्रकार की विद्युत-इकाइयों (kwh and kvarh units) का कुल विद्युत-प्रभार, प्रदायक को भुगतान करता है। kwh इकाइयों की दर से kvarh इकाइयों की दर अति उच्च रखी जाती है, ताकि उपभोक्ता न्यून शक्तिगुणक रखकर विद्युत का उपयोग (खपत) करना पसन्द न करे और शक्तिगुणक को संशोधित करने का प्रयास करे। सूत्ररूप में इसे निम्न प्रकार से व्यक्त किया जाता है—

$$\text{कुल प्रभार (total charges)} = \text{Rs.}\,(A \cdot kw + B \cdot kwh + C \cdot kvarh)$$

गुण (Merits)

इसमें kvarh विद्युत-इकाइयों की दर इतनी उच्च रखी जाती है कि उपभोक्ता उच्च शक्तिगुणक पर ही कम से कम kwh विद्युत-इकाइयों का उपयोग करना अधिक पसन्द करता है; क्योंकि उच्च शक्तिगुणक से kwh इकाइयों का मान घटता है और इसके विपरीत kvarh इकाइयों की संख्या बढ़ती है। अर्थात् सूत्र रूप में—

$$\text{कि० वा० ह० (kwh)} = VIT\cos\phi \times 10^{-3}$$

$$\text{कि० वा० ए० रि० ह० (kvarh)} = VIT\sin\phi \times 10^{-3}$$

$$\text{शक्तिगुणक :} \quad \cos\phi = \sqrt{(1-\sin^2\phi)}$$

दोष (Demerits)

(i) इसमें दो ऊर्जामापियों (energy meters) का प्रयोग होता है; इसलिए उनकी कीमतों का व्यय बढ़ जाता है।

(ii) इस प्रकार प्रभार-पत्र अर्थात् लेखा (bill) तैयार करने में भी समय अधिक लगता है।

औसत शक्तिगुणक टैरिफ (Average power factor tariff)

प्रस्तुत टैरिफ को स्लाइडिंग स्केल टैरिफ भी कहते हैं। इसमें उपभोक्ता को एक निश्चित औसत शक्तिगुणक रखकर, वैद्युत मशीनों द्वारा अपना औद्योगिक कार्य करना पड़ता है। यदि उपभोक्ता इस औसत शक्तिगुणक से न्यून शक्तिगुणक पर मशीनों द्वारा औद्योगिक कार्य करता है, तो उपभोक्ता को दण्ड के रूप में अतिरिक्त शुल्क का भुगतान करना पड़ता है। इस औसत शक्तिगुणक का मान प्रायः 0.8 रखा जाता है और शक्तिगुणक के मान में प्रत्येक 0.01 घटक के घटने तथा बढ़ने पर उपभोक्ता को एक निश्चित धनराशि का क्रमशः दण्ड तथा पुरस्कार मिलता है।

'त्रिभाग या त्रिदर' टैरिफ (Three part or three rate tariff)

प्रस्तुत टैरिफ में कुल विद्युत-प्रभार अलग-अलग तीन भागों में विभाजित रहता है; इसलिए इसे त्रिभाग टैरिफ कहते हैं। उपभोक्ता, प्रत्येक भाग का प्रभार, अलग-अलग दर से प्रदायक को भुगतान करता है; इसलिए इसे त्रिदर टैरिफ भी कहते हैं।

टैरिफ का प्रथम भाग नियत प्रभार (fixed charge) होता है, जो उपभोक्ता का अधिकतम माँग तथा उपभोगित विद्युत-ऊर्जा पर निर्भर नहीं करता; जैसे विद्युत केन्द्र व उपकेन्द्रों के निर्माण, भूमि की लागत, विद्युत-जनन, संचरण तथा

AKG TECHNICAL CLASSES

वितरण में प्रयुक्त मशीन, उपस्कर तथा उपकरणों की प्रारम्भिक लागत, उच्च पदाधिकारियों का वेतन, परिवेषण-संयोजन (service connection) देने का व्यय, मापयन्त्रों का प्रतिष्ठापन तथा दफ्तर के निर्माण का व्यय आदि।

टैरिफ का द्वितीय भाग अर्ध नियत प्रभार (semi fixed charge) होता है, जो उपभोक्ता की अधिकतम माँग (kw) पर निर्भर करता है; परन्तु उपभोक्ता द्वारा उपभोग की गई वैद्युत ऊर्जा (kwh) पर निर्भर नहीं करता; जैसे वैद्युत शक्ति प्रणाली के मूल धन पर ब्याज तथा समय के अनुसार मूल धन में घटोत्तरी (depreciation), कर, बीमा, प्रबन्धनकर्त्ता तथा दफ्तर के लिपिकों (clerks) का वेतन आदि।

टैरिफ का तृतीय भाग, प्रचालन प्रभार (operating charge) अथवा चल प्रभार (running charges) होता है, जो उपभोक्ता की अधिकतम माँग (kw) पर निर्भर नहीं करता; अपितु उपभोक्ता द्वारा उपभोग की गई वैद्युत ऊर्जा (kwh) पर निर्भर करता है; जैसे ईंधन, जल, स्नेहक तेल आदि की कीमत तथा संयन्त्र तथा प्रणाली की मरम्मत, देखभाल, अनुरक्षण का व्यय आदि। त्रि-दर टैरिफ को निम्नलिखित समीकरणों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है—

$$\text{कुल प्रभार (total charges)} = \text{Rs.}\,(A + B \cdot kw + C \cdot kwh)$$

यहाँ पर, A = रुपयों में स्थिर प्रभार (constant charges)

B = रुपयों में स्थिर प्रभार प्रति किलोवाट अधिकतम माँग (maximum demand)

C = रुपयो में स्थिर प्रभार प्रति किलोवाट-आवर उपभोगित ऊर्जा (consumed energy)

kw = किलोवाट में उच्चतम माँग, जो मेक्सिमम डिमाण्ड मीटर द्वारा मापी जाती है।

kwh = किलोवाट-ऑवर में उपभोगित ऊर्जा, जो इनर्जीमीटर द्वारा मापी जाती है।

टिप्पणी (Note)—उक्त त्रिदर टैरिफ समीकरण को शक्तिगुणक के kva उच्चतम माँग, टैरिफ द्वारा निम्न प्रकार से विकसित किया जाता है, जो प्रायः प्रयोग में लाया जाता है। इसमें उच्चतम माँग kw के स्थान पर मापक द्वारा kva में मापी जाती है।

$$\text{कुल प्रभार (total charges)} = \text{Rs.}\,(A + B \cdot kva + C \cdot kwh)$$

गुण (Merits)

त्रिदर टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

त्रिदर टैरिफ ही एक ऐसा टैरिफ है, जिसमें तीन वास्तविक प्रभारों के आधार पर अलग-अलग दर से वास्तविक तथा यथोचित विद्युत-प्रभार उपभोक्ता से वसूल किए जाते हैं।

दोष (Demerits)

त्रिदर टैरिफ में प्रमुख कमियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) उपभोक्ता की परिसर (premises) में प्रतिष्ठापित मापकों (meters) की कीमत का व्यय तथा मापांकन (reading) लेने का कार्य बढ़ जाता है।

(ii) यह जटिल है तथा इसमें परिकलन-कार्य (calculation work) अधिक है।

(iii) इसका प्रभार-पत्र अर्थात् लेखा (bill) तैयार करने में अधिक समय लगता है।

अनुप्रयोग (Applications)

इसका प्रयोग (use) थोक उपभोक्ताओं के लिए होता है।

अनत्युच्च अर्थात् शिखरहीन टैरिफ (Off-peak tariff)

विदित हो कि रात और दिन अर्थात् आठों पहर विद्युत-प्रणाली पर वैद्युत भार स्थिर नहीं रहता है। इस प्रकार 24 घण्टों के अन्तर्गत विद्युत-प्रणाली कुछ घण्टों के लिए अभारित अर्थात् भाररहित स्थिति (off-load condition) में और कुछ समय के लिए शिखर भार स्थिति (peak load condition) में तथा कुछ समय के लिए औसत भार स्थिति

AK TECHNICAL CLASSES

(average load condition) में रहती है। प्रायः रात्रि के समय सायं 10 बजे से सुबह 4 बजे तक, विद्युत-प्रणाली अभारित (off-load) या न्यूनतम भार स्थिति में रहती है। इस समय के लिए सस्ती दर वाला टैरिफ, निर्धारित करके या कुल विद्युत-प्रभार (charges) में विशेष छूट देकर, उपभोक्ताओं को विद्युत-उपयोग करने के लिए प्रोत्साहित किया जाता है। इस प्रकार का टैरिफ, ऑफ-पीक लोड टैरिफ के नाम से जाना जाता है।

गुण (Merits)

ऑफ-पीक टैरिफ के प्रमुख शुभ गुण निम्नलिखित हैं—

(i) इसमें भारगुणक (load factor) के बढ़ने की सम्भावना अधिक रहती है।

(ii) इससे किसी प्रकार का अतिरिक्त व्यय नहीं होता; इसलिए ऑफ-पीक लोड टैरिफ विद्युत-दायक (supplier) तथा विद्युत-उपभोक्ता (consumer) दोनों ही को अत्यन्त लाभप्रद सिद्ध होता है।

अनुप्रयोग (Applications)

ऑफ-पीक टैरिफ का प्रयोग प्रायः जल तापक, जल पम्प, सिंचाई कार्य तथा रेफ्रिजरेटर आदि के लिए प्रदायित विद्युत की कीमत वसूल करने में होता है।

ऋतुनिष्ठ टैरिफ (Seasonal tariff)

वह टैरिफ, जो वर्षा, शरद, शिशिर, हेमन्त, बसन्त, ग्रीष्म आदि विभिन्न ऋतुओं पर निर्भर करता है, अर्थात् जिसमें ऋतुओं के समय के आधार पर ऊर्जा की दर परिवर्तित होती है, ऋतुनिष्ठ टैरिफ या सीजनल टैरिफ कहलाता है।

बहुल टैरिफ (Multi-tariff)

उपर्युक्त समस्त टैरिफों में से दो या दो से अधिक टैरिफों को मिलाकर तैयार किया गया टैरिफ, बहुल टैरिफ या मल्टी-टैरिफ कहलाता है, जो आवश्यकतानुसार कभी भी अभिकल्पित (designed) किया जा सकता है।

विद्युत-जनन केन्द्र की कीमत को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting the cost of electric generating station)

किसी विद्युत-जनक केन्द्र की मूल लागत तथा प्रचालन कीमत निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करती है—

(i) **प्रतिष्ठापन का स्थल** (Location of installation)—स्टीम-पावर स्टेशन का प्रतिष्ठापन स्थल कोयले की खानों के निकट होना चाहिए, जहाँ पर कोयला कम कीमत पर अधिक मात्रा में सुगमता से प्राप्त हो। इसी प्रकार पन-विजलीघरों का निर्माण यथोचित मात्रा में प्राप्त जल प्रपात वाले स्थलों पर कराना अनिवार्य होता है और परमाणु विद्युत-केन्द्रों का निर्माण उन स्थानों पर किया जाता है, जहाँ पर उक्त दोनों प्रकार के केन्द्रों (ताप तथा पन-बिजली घरों) का निर्माण सम्भव नहीं होता; जैसे—भारतवर्ष में राजस्थान का भू-भाग। डीजल-विद्युत-केन्द्र का निर्माण किसी भी स्थान पर किया जा सकता है। प्रायः डीजल-पावर स्टेशनों द्वारा विद्युत-उत्पादन न्यून स्तर पर व्यक्तिगत, आपातकालीन, सुग्राह्य अथवा स्थानान्तरण संयन्त्र के रूप में प्राइवेट मिल, कारखाना, अस्पताल, टेलीफोन एक्सचेंज, रेडियो स्टेशन तथा सिनेमाघर के लिए किया जाता है।

(ii) **वैद्युत भार केन्द्रों के निकट** (Near the load centre)—विद्युत-उत्पादन केन्द्रों को लोड सेन्टर के निकट होना चाहिए, ताकि वैद्युत शक्ति संचरण में बचत हो सके। विदित हो कि उच्च वोल्टता पर प्रत्यावर्ती विद्युत की अपेक्षा, दिष्टवर्ती विद्युत का शक्ति संचरण अति मितव्ययी (economical) साबित होता है।

(iii) **अभिकल्पन की सादगी** (Simplicity of design)—वैद्युत शक्ति केन्द्र की न्यून मूल लागत तथा न्यून प्रचालन की कीमत के लिए संयन्त्र की अभिकल्पना सादी व मितव्ययी होनी चाहिए। इसके लिए संयन्त्र

AKC TECHNICAL CLASSES

का अभिन्यास कुछ ऐसा होना चाहिए कि संयन्त्र में प्रतिष्ठापित उपकरणों की मरम्मत तथा अनुरक्षण कम समय में सुविधापूर्वक किया जा सके और संयन्त्र की संरचना सुसंगठित, समुचित व सुनियोजित होनी चाहिए, ताकि अधिक स्थान न घेरा जाए। संयन्त्र में प्रयुक्त उपस्कर टिकाऊ, सादा तथा मानकीय होना चाहिए, ताकि कम लागत के साथ-साथ टूट-फूट के समय उपस्कर तथा उपकरणों का बदलना सुगम हो सके और सामान्य कर्मचारी भी प्रचालित करने में सफल हों।

(iv) **संयन्त्र तथ उपकरण के उपभाग** (Sub-division of plants and apparatus)—संयन्त्र के उपकरणों का प्रतिष्ठापन अलग-अलग समुच्चयों में अर्थात् उपखण्डों में विभाजित होना चाहिए, ताकि आपत्तिकाल, अनुरक्षण-काल अथवा प्रदोष अवस्था में पूर्ण बन्द होने (complete shut down) से बचा जा सके; जैसे एकल वाष्पित्र प्रति भाप टरबाइन-जनित्र सेट सिंगल पेन स्टॉक पर वाटरटर्बो-जेनरेटर सेट आदि।

(v) **कार्यकर्त्ता बचत उपस्कर** (Labour saving equipment)—संयन्त्र में प्रतिष्ठापित उपस्कर तथा उपकरणों को हस्त प्रचालन के साथ-साथ आवश्यकता अनुसार, स्वप्रचालित भी होना चाहिए, ताकि उपस्करों के प्रचालन हेतु कर्मचारियों की संख्या कम करके वचत की जा सके।

(vi) **भविष्य विस्तारण** (Future extension)—सम्पूर्ण संयन्त्र का वर्तमान अभिकल्पनात्मक योजना के अन्तर्गत भविष्य में विस्तार सम्बन्धी योजना का विधान होना चाहिए, ताकि विद्युत की माँग के अनुसार, कम कीमत पर संयन्त्र की क्षमता बढ़ाई जा सके; क्योंकि एक पृथक् संयन्त्र की संरचना में अधिक धनराशि की आवश्यकता होती है।

(vii) **संगठन** (Organisation)—संयन्त्र निर्माण हेतु निर्धारित प्रबन्धक समिति में वेतन पाने वाले कर्मचारियों की संख्या सीमित होनी चाहिए, ताकि अनावश्यक व्यय से बचा जा सके।

वैद्युत भार की भविष्यवाणी (Prediction of electric load)

जिस क्षेत्र में विद्युत-प्रदाय (electric supply) प्रदान करना होता है, उस क्षेत्र के वैद्युत भार का जानना नितान्त आवश्यक होता है। किसी नवीन विकसित क्षेत्र के विद्युतीकरण के लिए आवश्यक वैद्युत भार निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है—

(i) **क्षेत्र का माप** (Measurement of zone)—जिस क्षेत्र का विद्युतीकरण करना है, उसका साइज जानना आवश्यक है; क्योंकि वैद्युत भार, विद्युतीकरण के क्षेत्र की माप पर निर्भर करता है।

(ii) **क्षेत्र की प्रकृति** (Nature of area)—वैद्युत भार, विद्युतीकरण किए जाने वाले क्षेत्र की प्रकृति पर निर्भर करता है। यहाँ पर क्षेत्र की प्रकृति का तात्पर्य क्षेत्र की लम्बाई, चौड़ाई, वर्गाकार, त्रिभुजाकार, आयताकार, गोलाकार आदि से है।

(iii) **क्षेत्र की जनसंख्या** (Population of area)—वैद्युत भार, विद्युतीकरण किए जाने वाले नगर (city), उपनगर (town), ग्राम (village), मुहल्ला (colony) आदि की जनसंख्या पर निर्भर करता है।

(iv) **जनसंख्या की सघनता** (Density of the population)—वैद्युत भार विद्युतीकरण किए जाने वाले प्रति इकाई क्षेत्र की जनसंख्या पर भी निर्भर करता है।

(v) **मनुष्यों के रहन-सहन का स्तर** (Living standard of the people)—वैद्युत भार का विद्युतीकरण किए जाने वाले क्षेत्र में बसने वाले व्यक्तियों के रहन-सहन के स्तर पर भी निर्भर करता है; उदाहरण के लिए, उच्च पदाधिकारी प्राय: फ्रिज, रेफ्रिजरेटर, कूलर, हीटर आदि का प्रयोग करते हैं, जबकि निम्न स्तर के कर्मचारी को वेतन कम मिलने के कारण, इन सुविधाओं से वंचित रहना पड़ता है।

AK TECHNICAL CLASSES

(vi) **क्षेत्र का औद्योगिक विकास** (Industrial development of the area)—वैद्युत भार, विद्युतीकरण किए जाने वाले क्षेत्र के औद्योगिक विकास पर भी निर्भर करता है। प्राय: औद्योगिक विकास से रहित क्षेत्रों की अपेक्षा, औद्योगिक विकसित क्षेत्रों का वैद्युत भार उच्च होता है।

(vii) **वैद्युत शक्ति की कीमत** (Cost of electric power)—वैद्युत भार, वैद्युत कीमत पर अर्थात् विद्युतीकरण किए जाने वाले क्षेत्र में लागू किए गए टैरिफ (rate of unit) पर भी निर्भर करता है। सस्ती बिजली को प्राय: सभी लोग सब प्रकार की सुविधा के लिए अधिकता के साथ उपयोग करते हैं; परन्तु महँगी विद्युत का मितव्ययिता के साथ उपयोग (use) करते हैं। दूसरे, बिजली सस्ती होने से विद्युत पर आधारित औद्योगिक विकास भी सम्बन्धित क्षेत्र में द्रुतगति से बढ़ता है। इस प्रकार वैद्युत भार पर विद्युत की विक्रय कीमत (selling price) पर भी निर्भर करता है।

उपर्युक्त कारकों के आधार पर, किसी नवीन बसने वाले कस्बे (अल्प शहर), या किसी ग्राम का प्रथम विद्युतीकरण करने के लिए वैद्युत भार की भविष्यवाणी की जा सकती है। दूसरे कई वर्ष पहले ही से विद्युतीकरण कस्बे या शहर के बढ़े हुए क्षेत्र के विद्युतीकरण के लिए उसी कस्बे अथवा शहर के कुछ वर्ष पूर्व के विद्युतीय शक्ति के आवश्यक आँकड़े देखकर, वैद्युत भार की भविष्यवाणी की जा सकती है। इसी प्रकार सम्पूर्ण प्रान्त, या देश में आने वाले समय अर्थात् भविष्य के लिए बिजली की बढ़ती हुई माँग का आगणन (estimation) किया जा सकता है और तदानुसार प्रान्त या देशों में नवीन बिजलीघरों के निर्माण की योजना (scheme) तैयार की जा सकती है। आज स्वतन्त्रता के इतने वर्ष बाद भी भारत में बिजली की कमी का एकमात्र कारण भारत की विद्युत सम्बन्धी भविष्य परियोजना के त्रुटिमय होने का एक प्रत्यक्ष उदाहरण है।

वैद्युत भार के प्ररूप या प्रकार (Types of electric load)

विभिन्न प्रकार के वैद्युत भारों को निम्न प्रकार के शीर्षकों में विभाजित किया जा सकता है—

(i) घरेलू अर्थात् आवासीय वैद्युत भार (Domestic load)—इसके अन्तर्गत, घर की लाइट, फेन, रेडियो, रिसीवर ट्रांजिस्टर, टेलीविजन, रसोईघर के वैद्युत साधित्र (appliances), जैसे—इलेक्ट्रिक ओवन, इलेक्ट्रिक कुकर, हीटर, टोस्टर आदि इमर्सन हीटर, रूम हीटर, फ्रिज, कूलर, रेफ्रिजरेटर, एयर कण्डीशनर, पानी खींचने का लघु पम्प आदि वैद्युत उपकरण सम्मिलित हैं। घरेलू वैद्युत भार के लिए वैद्युत कारकों के मानों के सम्बन्ध में निम्न प्रकार से भविष्यवाणी की जा सकती है—

माँग गुणक (demand factor)	= 100% (शत-प्रतिशत)
विभिन्नता गुणक (diversity factor)	= 1.2 से 1.3 यूनिट तक
उद्भार गुणक (load factor)	= 10 % से 12% तक

(ii) व्यवसायिक वैद्युत भार (Commercial electric load)—इसके अन्तर्गत व्यवसायिक अर्थात् दुकान सम्बन्धी लाइट, फेन, विद्युत सम्बन्धी सजावट तथा विज्ञापन (electric decoration and advertisements), मैडिकल स्टोर में प्रयुक्त रेफ्रिजरेटर ग्रीष्म ऋतु में पेय तरल पदार्थों के कूलर, इलेक्ट्रॉनिक शोप के रेडियो, ट्रांजिस्टर, टेलीविजन आदि मरम्मत की दुकानों पर प्रयुक्त स्प्रेगन, क्लीनर, कम्प्रेसर आदि विद्युतीय उपकरण सम्मिलित हैं। इसके लिए वैद्युत कारकों के मानों के सम्बन्ध में निम्न प्रकार से भविष्यवाणी की जा सकती है—

माँग गुणक (demand factor)	= 100% (शत प्रतिशत)
विभिन्नता गुणक (diversity factor)	= 1.1 से 1.2 यूनिट तक
उद्भार गुणक (load factor)	= 25% से 33% तक

(iii) औद्योगिक वैद्युत भार (Industrial electric load)—औद्योगिक वैद्युत भार को पुन: निम्न प्रकार से विभाजित किया जा सकता है—

AKC TECHNICAL CLASSES

(a) **कुटीर उद्योग** (Cottage industries)—5 kW तक (प्रत्येक)

माँग गुणक (demand factor) = 55% से 65% तक

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 1.2 से 1.3 यूनिट तक

उद्भार गुणक (load factor) = 30% से 40% तक

(b) **लघु पैमाना उद्योग** (Small scale industries)—5 से 25 kW तक

माँग गुणक (demand factor) = 60% से 70% तक

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 1.3 से 1.4 यूनिट तक

उद्भार गुणक (load factor) = 40% से 45% तक

(c) **मध्यम पैमाना उद्योग** (M.S. industries)—25 से 100 kW तक

माँग गुणक (demand factor) = 65% से 75% तक

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 1.4 से 1.5 यूनिट तक

उद्भार गुणक (load factor) = 50% से 55% तक

(d) **दीर्घ पैमाना उद्योग** (Large scale industries)—100 से 500 kW तक

माँग गुणक (demand factor) = 70% से 80% तक

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 1.5 से 1.6 यूनिट तक

उद्भार गुणक (load factor) = 60% से 65% तक

(e) **विषद पैमाना उद्योग** (High scale industries)—500 kW से ऊपर

माँग गुणक (demand factor) = 85% से 90% तक

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 1.6 से 1.8 यूनिट तक

उद्भार गुणक (load factor) = 70% से 80% तक

(iv) **नगर पालिका वैद्युत भार** (Municipal electric load)—इसे निम्नांकित दो प्रकार के वैद्युत भारों में विभाजित किया जा सकता है—

(a) **प्रकाश वैद्युत भार** (Light electric load)—इसके अन्तर्गत स्ट्रीट-लाइटिंग, मार्केट-लाइटिंग, पार्क-लाइटिंग, गार्डन-लाइटिंग, फोरवे-लाइटिंग, ट्रैफिक सिगनल-लाइटिंग आदि वैद्युत भार सम्मिलित रहते हैं। इसके लिए वैद्युत कारकों के मानों के सम्बन्ध में निम्न प्रकार से भविष्यवाणी की जा सकती है—

माँग गुणक (demand factor) = 100 प्रतिशत (शत-प्रतिशत)

विभिन्नता गुणक (diversity factor) = 100 प्रतिशत (शत-प्रतिशत)

उद्भार गुणक (load factor) = 20 से 25% (प्रतिदिन के लिए)

(b) **जल वैद्युत भार** (Water electric load)—इसके अन्तर्गत, ओवरहैड वाटर टैंक को जल से भरने के लिए मोटर-पम्प, ड्रेनेज वाटर मोटर-पम्प, अन्य जल-प्रदाय के लिए प्रयुक्त मोटर-पम्प आदि वैद्युत भार सम्मिलित हैं। इस वैद्युत भार से उक्त वैद्युत कारकों में सुधार होता है।

(v) **सिंचाई वैद्युत भार** (Irrigation electric load)—इसके अन्तर्गत विभिन्न ऋतुओं की फसलों के लिए खेती, बाग-बगीचों आदि में पानी देने के लिए पम्पों को चलाने वाली वैद्युत मोटरों के भार सम्मिलित हैं।

(vi) **संकर्षण वैद्युत भार** (Traction electric load)—इसके अन्तर्गत इलेक्ट्रिक ट्रेन, ट्राम, ट्रॉलीबस, मेन इलेक्ट्रिक रेलवे सिस्टम, शहरी तथा अल्प शहरी विद्युत-रेलवे प्रणाली आदि का वैद्युत भार सम्मिलित है।

AKTECHNICAL CLASSES

(vii) खानों सम्बन्धी वैद्युत भार (Mining electric load)—इसके अन्तर्गत पृथ्वी कोयले, तेल, लवण, धातुएं आदि निकलने के लिए खुदाई करने वाली मशीनों का वैद्युत भार सम्मिलित है।

(viii) विभिन्न प्रदायन प्रमाणपत्रों वाले दायकों के लिए थोक प्रदाएँ (Bulk supplies to different distributing licences)—शहरों तथा औद्योगिक कस्बों में बिजली की कमी होने के कारण या विद्युत-वितरण करने वाली प्रबन्ध समिति कमजोर होने के कारण अथवा कार्य सम्भालने में असमर्थ होने के कारण, बहुत से विद्युत के थोक व्यापारी व्यक्तिगत शक्ति संयन्त्र का निर्माण कर विद्युत-प्रदायक (electric supplier) का कार्य करते हैं। इस प्रकार के विद्युत-प्रदायकों के लिए, बहुत से कस्बों में अपना निजी शक्ति संयन्त्र का निर्माण करने के बजाय, निकटतम ग्रिड से वैद्युत प्रदाय का लेना अति मितव्ययी साबित होता है। इसे थोक वैद्युत भार (bulk load) कहते हैं और इस कार्य के व्यापारियों को थोक प्रदायक (bulk supplier) कहते हैं।

(ix) सरकारी वैद्युत भार (Government electric load)—इसके अन्तर्गत केन्द्रीय सरकार तथा प्रान्तीय सरकार के आधीन उद्योग, मिल, कारखाने आदि का भार सम्मिलित है; जैसे डिफैंस फैक्ट्री, स्टील प्लांट आदि। इसके लिए पृथक् तथा व्यक्तिगत विद्युत-पोषक (electric feeder) प्रदान किया जाता है।

(x) विशेष वैद्युत भार (Special electric load)—इसके अन्तर्गत विशेष औद्योगिक संयन्त्र, जैसे फर्टिलाइजर फैक्ट्री, केमिकल प्लांट, एन्टिबाइटिक प्लांट, टैक्सटाइल इण्डस्ट्रीज, पेपर इण्डस्ट्रीज, भारत हैवी इलेक्ट्रिक लिमिटेड आदि वैद्युत भार सम्मिलित हैं।

भावी वैद्युत भार आकलन सम्बन्धी भविष्यवाणी करने वाले कारक (Factors forecasting the future electric load estimation)

किसी बिजलीघर का आकलन करने से पहले, उसकी यथोचित अभिकल्पित क्षमता का जानना आवश्यक होता है। इसके लिए बिजलीघर से सम्बन्धित क्षेत्र में भावी वैद्युत भार (future electric load) की स्थिति तथा आगणन की जानकारी अत्यन्त आवश्यक है। यह भावी वैद्युत भार का आगणन निम्नांकित कारकों पर निर्भर करता है—

(i) **वैद्युत विकास की दर** (Rate of electric development)—गुजरे हुए समय में, सम्बन्धित क्षेत्र के अन्तर्गत, वैद्युत शक्ति की बढ़ती हुई माँग की दर पर वैद्युत भार का आगणन निर्भर करता है।

(ii) **वैद्युत शक्ति की वर्तमान माँग** (Present demand of electric power)—विभिन्न प्रकार के बहुत बड़े उद्योगपतियों तथा उभोक्ताओं द्वारा वर्तमान समय में की जा रही वैद्युत शक्ति की उच्चतम माँग पर वैद्युत भार का आगणन निर्भर करता है।

(iii) **उद्योगों की प्रगति पर** (Development of industries)—भविष्य में सम्बन्धित क्षेत्र के अन्तर्गत उद्योगों के विकास की प्रगति तथा तरीकों और वैद्युत शक्ति की माँग बढ़ने के विभिन्न प्रकार के अन्य साधनों पर भी वैद्युत भार का आगणन निर्भर करता है।

वैद्युत भार (Electric load)—किसी विद्युत-प्रदाय प्रणाली द्वारा किए गए विद्युत-कार्य की दर को वैद्युत भार कहते हैं। यह विद्युत-प्रणाली पर वैद्युत भार की तरह होता है। इसका मात्रक वाट (w) या किलोवाट (kw) या किलोवोल्ट-ऐम्पियर (kva) है। विभिन्न प्रकार के वैद्युत भारों को निम्न प्रकार परिभाषित किया गया है—

परिवर्तनीय वैद्युत भार (Variable electric load)—समय के अनुसार, बदलने वाले वैद्युत भार को परिवर्तनीय वैद्युत भार कहते हैं।

स्थिर वैद्युत भार (Constant electric load)—सदैव एकसमान रहने वाले वैद्युत भार अर्थात् समय के अनुसार न बदलने वाले वैद्युत भार को स्थिर वैद्युत भार कहते हैं।

मूल वैद्युत भार (Base electric load)—सामान्यत: न्यूनतम वैद्युत भार की एक निश्चित मात्रा, जो शक्ति संयन्त्र पर सदैव कायम रहती है, बेस लोड कहलाती है। इसके आधार पर प्राय: निर्माणाधीन वैद्युत शक्ति केन्द्रों की क्षमता का निर्धारण करते हुए, अभिकल्पना की जाती है। इस प्रकार के संयन्त्र को बेस लोड प्लांट कहते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

शिखर वैद्युत भार (Peak electric load)—सामान्यत: परिवर्तनीय वैद्युत भार के सर्वोच्च मान को शिखर वैद्युत भार कहते हैं। इसके आधार पर निर्माणाधीन संयन्त्र की क्षमता का निर्धारण करते हुए, अभिकल्पना की जाती है। इस प्रकार के संयन्त्र को पीक लोड प्लांट कहते हैं। यह भार गुणक आदि के परिकलन में सहायक होता है। इसे अधिकतम वैद्युत भार, उच्चतम वैद्युत भार, महत्तम वैद्युत भार आदि के नामों से भी जाना जाता है। शिखर वैद्युत भार की अवधि (duration) कम से कम 30 मिनट होती है।

न्यूनतम वैद्युत भार (Minimum electric load)—सामान्य परिवर्तनीय वैद्युत भार के न्यून मान को न्यूनतम वैद्युत भार कहते हैं। यह वेस लोड प्लांट की क्षमता को प्रभावित करता है। इसकी भी अवधि कम से कम 30 मिनट होती है।

'सम्वद्ध या संयोजित' वैद्युत भार (Connected electric load)—वैद्युत प्रदाय प्रणाली से संयोजित सम्पूर्ण उपभोगी उपकरण (consuming apparatus) लोड की सतत् उच्चतम निर्धारण के योग को कनेक्टेड इलेक्ट्रिड लोड कहते हैं। यह सम्भावित उच्चतम वैद्युत भार माँग का प्रतिनिधित्व करता है और संयोजित वैद्युत भारगुणक के परिकलन में सहायक होता है। यदि किसी कार्यशाला में प्रतिष्ठापित उपकरणों के वैद्युत भार का विवरण निम्नलिखित हो, तो संयोजित वैद्युत भार की गणना इस प्रकार होगी।

वैद्युत भार की विभिन्नता (Diversity of electric load)—विभिन्न वैद्युत उपभोक्ताओं द्वारा भिन्न-भिन्न समय में की गई व्यक्तिगत उच्चतम माँग के योग को लोड की विभिन्न कहते हैं। इसका प्रयोग विभिन्नता गुणक के परिकलन में होता है तथा इसकी समकालीन उच्चतम माँग द्वारा निर्माण के लिए विचाराधीन संयन्त्र की प्रतिष्ठापित क्षमता का आगणन होता है।

औसत वैद्युत भार (Average electric load)—यह कुल उत्पादित "विद्युत-ऊर्जा की इकाइयों (kwh)" तथा तत्सम्बन्धित "घण्टों में समय" का अनुपात है। इसकी मात्रक वाट (w) या किलोवाट (kw) है। इसे प्राय: समय के साथ व्यक्त किया जाता है; जैसे प्रतिदिन, मासिक तथा वार्षिक औसत वैद्युत भार आदि। अर्थात्

$$\text{औसत वैद्युत भार} = \frac{\text{उत्पादित वैद्युत ऊर्जा (kwh)}}{\text{तत्सम्बन्धित समय (hours)}}$$

$$\text{प्रतिदिन औसत वैद्युत भार} = \frac{\text{प्रतिदिन उत्पादित वैद्युत ऊर्जा}}{24}$$

$$\text{मासिक औसत वैद्युत भार} = \frac{\text{मासिक उत्पादित वैद्युत ऊर्जा}}{30 \times 24}$$

$$\text{वार्षिक औसत वैद्युत भार} = \frac{\text{वार्षिक उत्पादित वैद्युत ऊर्जा}}{365 \times 24}$$

$$\text{औसत वैद्युत भार (A.L.)} = \frac{\text{वैद्युत भार का क्षेत्रफल (area)}}{\text{वैद्युत भार का आधार (base)}}$$

$$\text{अधिकतम वैद्युत भार} > \text{औसत वैद्युत भार} > \text{न्यूनतम वैद्युत भार}$$

(Max. electric load > Average electric load > Min. electric load)

वैद्युत माँग गुणक (Electric Demand Factor)

यह किसी वैद्युत प्रदाय प्रणाली पर वास्तविक अधिकतम माँग, जो किसी उपभोक्ता द्वारा की गई हो तथा उसी वैद्युत प्रणाली से संयोजित निर्धारित वैद्युत भार का अनुपात है। इसका मान सदैव एकांक से कम होता है। सूत्र रूप से इसे निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है—

AKC TECHNICAL CLASSES

$$\text{माँगगुणक (D.F.)} = \frac{\text{अधिकतम माँग (M.D.)}}{\text{संयोजित भार (C.L.)}} < 1 \text{ (सदैव)}$$

$$\text{Demand Factor} = \frac{\text{Maximum Demand}}{\text{Connected Load}} < 1 \text{ (Always)}$$

टिप्पणी (Note)

चूँकि संयोजित भार की अपेक्षा, उपभोक्ता द्वारा की गई अधिकतम माँग का मान सदैव कम होता है, इसलिए माँग गुणक का मान भी सदैव एकांक से कम होता है, जैसा कि उक्त सूत्र से स्पष्ट है।

माँग गुणक की सार्थकता (Significance of demand factor)

माँग गुणक की सहायता से विद्युत-जनक केन्द्र पर आने वाले अधिकतम वैद्युत भार का अनुमान लगाया जा सकता है, जिससे उसकी क्षमता (capacity) तथा कीमत (cost) ज्ञात की जा सकती है। विदित हो कि वैद्युत शक्ति संयन्त्र पर प्रयुक्त होने वाले यन्त्र, उपयन्त्र, उपस्कर तथा उपकरणों की क्षमता, शिखर भार (peak load) पर निर्भर करती है और यन्त्र की कीमत, उसकी क्षमता के लगभग समानुपाती होती है।

वैद्युत भार गुणक (Electric Load factor)

यह औसत वैद्युत 'भार या माँग' तथा अधिकतम वैद्युत 'भार या माँग' का अनुपात है। इसका मान सदैव एकांक से कम होता है। सूत्ररूप में इसे निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है—

$$\text{भार गुणक (L.F.)} = \frac{\text{औसत भार (A.L.)}}{\text{अधिकतम भार (M.L.)}} < 1 \text{ (सदैव)}$$

$$\text{Load Factor} = \frac{\text{Average Load}}{\text{Maximum Load}} < 1 \text{ (Always)}$$

टिप्पणी (Note)—चूँकि अधिकतम 'भार या माँग' की अपेक्षा, औसत 'भार या माँग' का मान सदैव कम होता है; इसलिए भार गुणक का मान भी सदैव एकांक से कम होता है, जैसा कि उक्त सूत्र से स्पष्ट है।

समय-सीमा के अनुसार, भार गुणक तीन प्रकार के होते हैं। उनके गणनात्मक सूत्र निम्नांकित हैं—

$$\text{दैनिक भार गुणक (D.L.F.)} = \frac{\text{kwh में दैनिक वैद्युत ऊर्जा व्यय}}{24 \times \text{अधिकतम वैद्युत भार}}$$

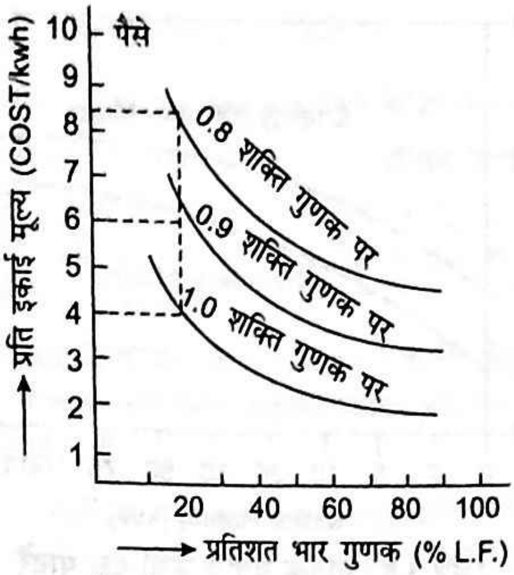
$$\text{मासिक भार गुणक (M.L.F.)} = \frac{\text{kwh में मासिक वैद्युत ऊर्जा व्यय}}{24 \times 30 \times \text{अधिकतम वैद्युत भार}}$$

$$\text{वार्षिक भार गुणक (A.L.F.)} = \frac{\text{kwh में वार्षिक वैद्युत ऊर्जा व्यय}}{24 \times 30 \times 12 \times \text{अधिकतम वैद्युत भार}}$$

भार गुणक की सार्थकता (Significance of load factor)

चित्र 3.7 में विभिन्न शक्ति गुणकों पर भार गुणक के प्रतिशत शक्ति गुणकों पर भार गुणक के प्रतिशत मान तथा विद्युत के प्रति इकाई मूल्य में खींचे गए आलेख (graph) दर्शाए गए हैं। आलेख से स्पष्ट है कि भार गुणक के बढ़ने से विद्युत का प्रति इकाई (unit) मूल्य घटता है और भार गुणक के घटने से विद्युत का प्रति इकाई (kwh) मूल्य बढ़ता है। इस प्रकार भार गुणक का प्रयोग (use) वैद्युत ऊर्जा की कीमत निर्धारण में होता है। आदर्श भार गुणक (ideal load factor) का मान एकांक होता है, जो व्यावहारिक रूप से सम्भव नहीं है। इस अवस्था में उत्पादित (जनित) वैद्युत ऊर्जा पर व्यय न्यूनतम आता है और विद्युत (बिजली) कम कीमत पर उपलब्ध होती है अर्थात् वैद्युत उपभोक्ता पर लागू किया गया प्रशुल्क (टैरिफ) अति उपयुक्त (most suitable) होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 3.7 : लोड फेक्टर तथा प्रति यूनिट मूल्य में ग्राफ

विद्युत-जनन की सम्पूर्ण कीमत पर भार गुणक का प्रभाव (Effect of Load Factor on overall Cost of Electric Generation)

(i) सम्वन्धित गुणक की परिभाषा से स्पष्ट है कि विद्युत-जनक केन्द्र पर स्थिर अधिकतम माँग की अवस्था में भार गुणक के वढ़ने से औसत भार का मान वढ़ता है; क्योंकि ये दोनों परस्पर समानुपाती होते हैं। इससे अधिक वैद्युत ऊर्जा (energy) उत्पन्न होती है, जिसका प्रति इकाई (kwh) मूल्य कम होता है।

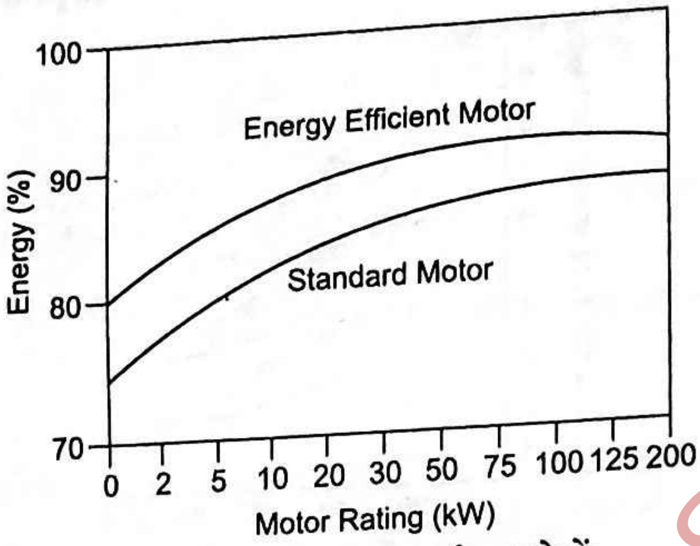
(ii) सम्वन्धित गुणक की परिभाषा से स्पष्ट है कि विद्युत-जनक केन्द्र पर स्थिर औसत भार की अवस्था में भार गुणक के वढ़ने से वैद्युत शक्ति की अधिकतम माँग घटती है। इससे निर्माणाधीन विद्युत-जनक केन्द्र की क्षमता घटती है। फलत: विद्युत-गृह (विजली घर) पर जनित्र इकाइयों (generator units) की संख्या घटती है और मूल लागत (capital cost) में वचत होती है। इस प्रकार भार गुणक के बढ़ने से विद्युत की प्रति इकाई (kwh) का मूल्य घट जाता है और वैद्युत उपभोक्ताओं को कम कीमत पर विद्युत उपलव्ध होती है।

ऊर्जा दक्ष मोटर (Energy Efficient Motor)

ऊर्जा दक्ष मोटरों में कम ऊर्जा की खपत होती है क्योंकि इनके निर्माण में कम हानि (low loss) होती है। इनमें सिलिकन स्टील का लम्वा कोर (क्रियाशील पदार्थों को वढ़ाने हेतु), मोटे तार (प्रतिरोध कम करने हेतु), पतला लेमिनेशन, स्टेटर और रोटर के वीच कम से कम वायु अन्तराल (lower air gap), रोटर में जस्ते की जगह पर ताँवे की छड़ें (bars), उच्च गुणवत्ता वाले वियरिंग एवं छोटा पंखा उपस्थित होता है। इनमें कंपन तथ निर्गत ऊष्मा का अपव्यय कम होता है, जिससे रोटर की कम क्षति होती है। इससे विश्वसनीयता और क्षमता वढ़ती है। सभी निर्माताओं (manufacturers) के द्वारा लम्वे समय तक चलने की वारण्टी दी जाती है।

ऊर्जा दक्ष मोटरों का परिचालन मानक (standard) मोटरों की तुलना में अधिक दक्षता पूर्ण होता है और ये भारत में आसानी से उपलव्ध हैं। इनकी क्षमता मानक मोटरों की तुलना में 3 से 4% अधिक होती है। इनकी क्षमताओं की तुलना को चित्र 3.8 में दर्शाया गया है।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 3.8 : मानक बनाम ऊर्जा दक्ष मोटरें

उच्च क्षमता को प्राप्त करने के लिए ऊर्जा दक्ष मोटरों में निम्नलिखित विशेष गुण होने चाहिएँ—

(i) कम हानि एवं विशिष्ट स्तर (specific grade) का पतले से पतला लेमिनेशन होना चाहिए। इससे क… स्तर वाले भार पर भी लौह (iron) हानियाँ घट जाती हैं।

(ii) मोटा तार अधिक ताँवा तत्व युक्त होना चाहिए, जिससे कम प्रतिरोध के कारण ताम्र हानियाँ घट जाती हैं।

(iii) कोर की लम्बाई अधिक होनी चाहिए और स्टेटर एवं रोटर के बीच वायु अंतराल कम और समान हो… चाहिए जिससे स्ट्रे हानियाँ घट जाती हैं।

(iv) पंखे और इसके ढक्कन का अभिकल्पन विशेष होना चाहिए जिससे वायु हानियाँ घट सकें।

ऊर्जा दक्ष मोटरों के लाभ (Advantages of Energy efficient Motor)

लाभ (Benefits)

ऊर्जा दक्ष मोटरों के प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) विशिष्ट अभिकल्पन गुणों के कारण परिचालन तापमान कम होता है, जिससे मोटर का जीवन-काल ब… जाता है एवं अनुरक्षण लागत घट जाती है।

(ii) 60 से 100% भार पर बढ़ी हुई दक्षता उपलब्ध रहती है। इस कारण ऊर्जा बचत बढ़ जाती है, अधिक… स्थिति में मोटरें पूर्ण भार पर नहीं चलती हैं।

(iii) इस प्रकार की मोटरों में अंतर्निहित रूप से कम आवाज और कम्पन होता है, जिससे पर्यावरण… संरक्षण में मदद मिलती है।

(iv) इस प्रकार की मोटरों में उच्च शक्ति गुणांक होता है। इस बढ़े हुए शक्ति गुणांक के कारण मोटर… प्रदाय करने वाली केवल में धारा (current) की मात्रा घट जाती है जिससे केबल हानि कम हो जाती… इससे लगभग 2% प्रणाली की क्षमता बढ़ जाती है।

उपयोग (Uses)

ऊर्जा दक्ष मोटरों का उपयोग लगातार कार्य के अनुप्रयोगों में होता है। ब्लोअरों (blowers), संपीडक… (compressors), पंखों और खींचने वाले पम्पों में इस प्रकार की मोटरों का प्रयोग होता है। ऊर्जा दक्ष मोटरों का उपयो… वहाँ होता है जहाँ भार गुणांक 60 से 80% के बीच होता है।

AKTECHNICALCLASSES

मोटर में हानियाँ (Losses in Motor)

वैद्युत मोटरों में होने वाली विभिन्न प्रकार की हानियाँ और कम करने के तरीके निम्नलिखित हैं—

(i) कोर हानियाँ (Core Losses)—मोटर के लौह या चुम्बकीय परिपथ में शैथिल्य होने के कारण शैथिल्य हानि (hysteresis loss) होती है। जब मोटर का आर्मेचर चुम्बकीय क्षेत्र में घूमता है तो आर्मेचर की लौह परतों में ई०एम०एफ० प्रेरित होता है जिसके कारण इसमें भँवर धारा बहने लगती है। इस धारा में जो भी हानि होती है, उसे भँवर धारा हानि कहते हैं। यही दोनों हानियाँ कोर हानियाँ कहलाती हैं।

कोर हानियाँ कम करने के लिए उन्नत पारगम्यता (Permeability) वाली वैद्युत चुम्बकीय स्टील (सिलिकन) का उपयोग करते हैं और कोर की लम्बाई बढ़ाकर चुम्बकीय फ्लक्स घनत्व को घटाते हैं। भँवर धारा हानियों को पतले स्टील के लेमिनेशन का उपयाग करके कम करते हैं।

(ii) वायु एवं घर्षण हानियाँ (Windage and Friction Losses)—इस प्रकार की हानियाँ बियरिंग तथा दिक्परिवर्तक पर घर्षण एवं घूमते हुए आर्मेचर में वायु घर्षण के कारण उत्पन्न होती हैं। उन्नतशील बियरिंग का चयन, वायु प्रवाह और पंखे का अभिकल्पन करके इस प्रकार की हानियों को घटा सकते हैं। ऊर्जा दक्ष मोटरों में हानियाँ कम होने के कारण शीतलन की आवश्यकता घट जाती है, जिससे छोटे पंखे का ही उपयोग कर सकते हैं। ये हानियाँ मोटर भार से स्वतंत्र होती हैं।

(iii) स्टेटर हानियाँ (Stator Losses)—इस प्रकार की हानियाँ स्टेटर प्रतिरोध एवं धारा पर निर्भर होती हैं। इन्हें सामान्यत: I^2R हानियाँ कहते हैं। इस प्रकार की हानियों को घटाने के लिए स्टेटर स्लॉट के अभिकल्पन में परिवर्तन करते हैं। या रोधन की मोटाई को घटाते तथा स्टेटर के तार का घनत्व बढ़ाते हैं।

(iv) रोटर हानियाँ (Rotor Losses)—इस प्रकार की हानियाँ रोटर कुंडलन में I^2R तापन के रूप में होती हैं। ये रोटर धारा और प्रतिरोध पर निर्भर होती हैं। इस प्रकार की हानि को चालक के तारों का आकार बढ़ाकर और अंत में लगे रिंगों के प्रतिरोध को घटाकर कम कर सकते हैं।

(v) स्ट्रे भार हानियाँ (Stray Load Losses)—भार धाराओं द्वारा प्रेरित फ्लक्स के क्षरण के कारण इस प्रकार की हानियाँ उत्पन्न होती हैं। ये हानियाँ मोटर के भार के साथ बढ़ती हैं। इन्हें कम करने के लिए स्लॉट नम्बर, दाँते/स्लॉट की आकृति, वायु अन्तराल, अनुकूल अभिकल्पन और अच्छे गुण वाले नियंत्रण का चयन करते हैं।

मोटर अभिकल्पन के लक्षण (Design characteristics of Motor)

मोटर चयन के अभिकल्पन हेतु महत्वपूर्ण लक्षण (characters) निम्नलिखित हैं—

(i) मोटर का आकार (Motor Size)—मोटर का आकार इस प्रकार का हो कि मोटर का परिचालन भार गुणांक 65% से 100% के बीच में हो सके। मोटर के आकार में विशालता के कारण उसकी परिचालन दक्षता कम होती है। मोटर के अधिक बड़े आकार के कारण उच्च निवेश लागत, उच्च चालन लागत, उच्च स्विच गियर लागत, उच्च अनुरक्षण लागत, उच्च निविष्ट ऊर्जा और अधिकतम माँग के कारण निम्न शक्ति गुणांक जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। मोटर के अधिक बड़े आकार के कारण उसकी कीमतों पर प्रभाव निम्नलिखित सारणी में दर्शाया गया है—

क्र० सं०	अभिलक्षण	(अ)	(ब)	(स)
(i)	मोटर भार (kW)	15	15	15
(ii)	मोटर रेटिंग (kW)	15	30	55
(iii)	मोटर दक्षता (%)	89	89	84
(iv)	निविष्ट भार (kW)	16.85	16.85	17.85
(v)	मोटर शक्ति गुणांक	0.89	0.75	0.50

AKC TECHNICAL CLASSES

(vi)	निविष्ट भार (kVA)	18.93	22.44	35.70
(vii)	निवेश (₹)	25000	55000	95000

अधिक बड़े आकार के मोटरों में स्टार संयोजन को कोमल (soft) प्रारंभक (starter) में परिवर्तित कर अ… बचत के अवसर का निर्माण कर सकते हैं। कोमल प्रारंभक एकदम चालू और बन्द करने में उपयोगी है और … प्रारंम्भिक धारा को रोकता है।

(ii) परिचालन गति (Operating Speed)—उच्च गति वाली मोटरें सामान्यत: कम गति वाली मोटरों की तुलना अधिक दक्ष होती हैं। मानक मोटरों और दक्ष मोटरों की तुलना को निम्नलिखित सारणी में दर्शाया गया है—

क्र० सं०	अभिलक्षण	मानक मोटर	दक्ष मोटर
(i)	निर्गत (kW)	15	15
(ii)	चक्र प्रति मिनट (rpm)	1445	1475
(iii)	दक्षता (%)	89	93
(iv)	कुल इकाई लागत (₹)	22000	32000
(v)	प्रदायित वोल्टेज (V)	$415 \pm 6\%$	$415 \pm 10\%$
(vi)	प्रदायित आवृत्ति (Hz)	$50 \pm 3\%$	$50 \pm 5\%$

(iii) उच्च अन्तर्वाह धारा (High Inrush Current)—ऊर्जा दक्ष मोटर कम प्रतिरोध गुण के कारण मानक मे… की तुलना में बहुत अधिक तेज धारा का प्रदर्शन करती है। बहुत तेज धारा की अवधि इतनी छोटी होती है कि यां… रक्षण यंत्र ट्रिप हो जाते हैं, अत: ऊर्जा दक्ष मोटरों में चुम्बकीय परिपथ रक्षक (magnetic circuit protector) का उप… करते हैं।

मोटर को भारित करने की निर्धारण विधियाँ (Determining Motor Loading)

मोटर को भारित करने की निर्धारण विधियाँ निम्नलिखित हैं—

(i) निविष्ट ऊर्जा या शक्ति को मापकर (By Measuring Input Power)—इसे ज्ञात करने के … निम्नलिखित समीकरण का प्रयोग किया जाता है—

$$\text{भार } (\%) = \frac{P_1}{P_2} \times 100$$

जहाँ, P_1 = निविष्ट ऊर्जा kW में

P_2 = निर्धारित पूर्ण भार पर निविष्ट ऊर्जा kW में

यहाँ,
$$P_2 = \frac{\text{नाम पटिटका पर दर्ज पूर्ण निर्धारित ऊर्जा}}{\eta_f}$$

η_f = पूर्ण निर्धारित भार पर क्षमता।

(ii) लाइन धारा को मापकर (By Measuring Line Current)—यह विधि मोटर की 75% भार तक ही स… होती है क्योंकि 75% भार के नीचे या पूर्ण भार पर शक्ति गुणांक (power factor) घट जाता है और धारा का अरै… विपण हो जाता है। इसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है—

$$\text{मोटर भारित } (\%) = \frac{\text{निविष्ट भार धारा}}{\text{निविष्ट निर्धारित धारा}} \times 100$$

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) स्लिप विधि द्वारा (By Slip Method)—इसे निम्नलिखित समीकरण द्वारा ज्ञात कर सकते हैं—

$$\text{मोटर भारित (\%)} = \frac{\text{स्लिप}}{(N_s - N_r)} \times 100$$

जहाँ, % मोटर भार = निर्गत ऊर्जा प्रतिशत में

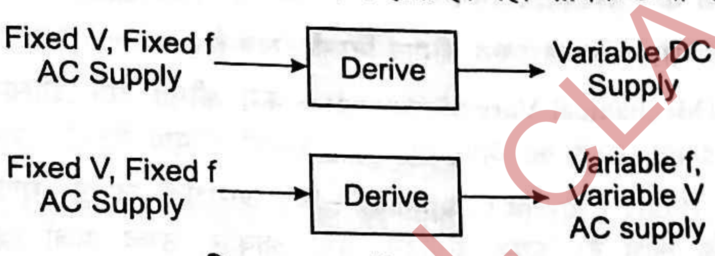
स्लिप = तुल्यकाली गति – वास्तविक मापी गई गति

N_s = तुल्यकाली गति rpm में

N_r = नाम पट्टिका पर दर्ज पूर्ण भार गति rpm में

विद्युत चालन की परिभाषा एवं प्रकार (Electric drive and it's definition)

एक विद्युत मोटर, नियन्त्रण उपकरण तथा ऊर्जा संचरण यन्त्रावली का एक साथ आर्थिक रूप से मितव्ययी संयोजन करने से जो तन्त्र बनता है, उसे विद्युत् चालन कहते हैं। विद्युत मोटर मशीन के चालन हेतु ऊर्जा प्रदान करती है। इसमें निवेश की गई विद्युत् ऊर्जा का परिवर्तन यांत्रिक ऊर्जा के रूप में होता है। यही यांत्रिक ऊर्जा मशीन का चालन करती है।



चित्र 3.9 : ब्लॉक डायग्राम

इसमें मोटर और प्रणाली के आवश्यक रक्षण हेतु भी व्यवस्था रहती है। मोटर घूर्णन उत्पन्न करती है। यही घूर्णन मोटर के शाफ्ट को घुमाता है। मोटर की शाफ्ट, मशीन शाफ्ट से जुड़ी (coupled) रहती है, जिससे मशीन शाफ्ट घूमती है। विद्युत् चालन निम्नलिखित दो प्रकार का होता है—

(i) डी०सी० चालन (DC Drive)—इसके अन्तर्गत डी०सी० चालन और डी०सी० मोटर गति नियंत्रण प्रणाली आती है। डी०सी० मोटर की गति आर्मेचर वोल्टेज के समानुपाती और फील्ड धारा के व्युत्क्रमानुपाती (inversely proportional) होती है। गति नियंत्रण के लिए आर्मेचर वोल्टेज या फील्ड धारा का उपयोग होता है।

(ii) एoसीo चालन (AC Drive)—इसके अन्तर्गत ए०सी० चालन और ए०सी० मोटर गति नियंत्रण प्रणाली आती हैं। ए०सी० चालन, ए०सी० मोटर को वांछित ऊर्जा प्रदान करता है। ए०सी० मोटर की तुल्यकाली गति निम्नलिखित समीकरण द्वारा प्राप्त होती है—

$$N_s = \frac{120 \times f}{P}$$

जहाँ, N_s = तुल्यकाली गति rpm में

f = प्रदायित आवृत्ति Hz में

P = ध्रुवों की संख्या

मोटर की गति को परिवर्तित करने के लिए आवृत्ति और ध्रुवों की संख्या में परिवर्तन कर सकते हैं। स्लिप नियंत्रित चालन और चर आवृत्ति चालन (VFD) का उपयोग ए०सी० चालन में किया जाता है।

स्लिप नियंत्रित चालन का प्रयोग प्रेरण मोटर की गति के नियंत्रण में होता है। इसकी दक्षता बहुत कम होती है अत: यह विधि विशेष स्थितियों को छोड़कर उपयोग नहीं की जाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

चर आवृत्ति चालन (variable frequency drive) का उपयोग प्रेरण मोटर और तुल्यकाली मोटर की गति नियं... प्रदायित ऊर्जा की आवृत्ति के परिवर्तन द्वारा करते हैं।

उद्योगों में चर गति एवम् चर गति चालन के लाभ (Variable speed in Industry and advantages of variable speed drive)

उद्योगों में चर गति की आवश्यकता

उद्योगों में चर गति निम्नलिखित कारणों से आवश्यक है—

(i) मशीन और प्रक्रिया की आवश्यकता के लिए,

(ii) ऊर्जा बचत के लिए,

(iii) फैक्ट्री तथा उद्योग में स्वचालन विधि के लिए,

(iv) उत्पादकता बढ़ाने के लिए।

विभिन्न प्रकार की चर गतियों के लाभ और सीमाएँ

विभिन्न प्रकार की चर गति चालन के लाभ एवं सीमाएँ निम्नलिखित हैं—

(i) **यांत्रिक चर गति** (Mechanical Variable Speed)—कम कीमत और आसान रख-रखाव इसके लाभ ... सीमित गति, कम दक्षता, पट्टे का अनुरक्षण आदि इसकी सीमाएँ हैं।

(ii) **भँवर धारा युग्मन** (Eddy Current Coupling)—कम प्रारंभिक लागत, घूर्णन नियंत्रण की स्वीकृति ... सरल नियंत्रण इसके लाभ हैं। ऊष्मा उत्पादन, बड़ा आकार, उच्च ऊर्जा खपत और सीमित गति इस... सीमाएँ हैं।

(iii) **द्रवचालित चर गति** (Hydraulic Variable Speed)—उच्च घूर्णन, विस्तारित गति सीमा, सरल नियं... और छोटा आकार इसके लाभ हैं। नलिकाओं एवं द्रवों से रिसाव, कम नियंत्रण विकल्प और अधि... अनुरक्षण इसकी सीमाएँ हैं।

(iv) **डी०सी० घूर्णन** (DC Rotating)—पारम्परिक हार्डवेयर, नियंत्रकों (regulators) में विविधता और ... सीमा में विस्तार इसके लाभ हैं। उच्च अनुरक्षण, बड़ा आकार, अनुलग्नकों (enclosures) की उपलब्... और उच्च लागत इसकी सीमाएँ हैं।

(v) **डी०सी० सॉलिड अवस्था** (DC Solid State)—पूर्णत: विकसित तकनीकी, अधिक नियंत्रण विक... ऊर्जा इकाई का छोटा आकार, उच्च दक्षता, कम लागत, गति नियंत्रण में विस्तार और कम गति पर क... भी आवाज नहीं आना आदि इस प्रणाली के लाभ हैं। मोटर का अधिक अनुरक्षण, शक्ति गुणांक ... विविधता, मोटर के अनुलग्नकों और क्षमताओं के लिए कोई बाइपास नहीं होना आदि इसकी सीमाएँ हैं।

(vi) **चर आवृत्ति चालन** (Variable Frequency Drive)—प्रारंभन, रोकना, चलाना, क्षमताओं के निदान, ग... नियंत्रण, फीडबैक स्तर, प्रणाली के परस्पर जोड़ने के बीच संयोजन, अनुरक्षण प्रणालियों आदि क्रिया... में लचीलापन (flexibility) होता है। उत्पादन का बढ़ना, मोटर के लिए पूर्ण रक्षण, उच्च दक्षता द्वा... ऊर्जा बचत, शक्ति गुणांक में सुधार आदि इस प्रणाली के लाभ हैं। जटिल संस्थापन और निर्धारित रें... में इसकी निश्चित सीमाएँ हैं।

वैद्युत चालन में ऊर्जा संरक्षण (Energy Conservation in Electrical Drives)

ऊर्जा खपत प्रत्यक्ष रूप से उत्पादन लागत के समानुपाती होती है। अत: उत्पाद की निर्माण लागत कम से कम र... जाती है और इसकी लागत बाजार में प्रतिस्पर्धात्मक बनायी जाती है। विद्युत चालन सहित निर्माण प्रक्रिया के सभी स्त...

AKC TECHNICAL CLASSES

पर ऊर्जा की खपत कम से कम करने की आवश्यकता होती है। विद्युत् चालन में ऊर्जा संरक्षण को निम्नलिखित विधियों द्वारा प्राप्त कर सकते हैं—

(i) विद्युतीय संचरण हानियों को कम करके,
(ii) परिवर्तक (converter) के अन्दर हानियों को कम परिवर्तित करके,
(iii) वैद्युत मोटर की हानियाँ घटाकर,
(iv) संचरण प्रणाली के अवयवों में यांत्रिक हानियाँ घटाकर,
(v) थ्रॉटल जो कि पदार्थ के प्रवाह को नियंत्रित करता है, इसके द्वारा उत्पन्न हानियों को घटाकर।

विद्युत चालन में ऊर्जा संरक्षण को निम्नलिखित विधियों के द्वारा भी प्राप्त कर सकते हैं—

(i) दक्ष अर्द्ध सुचालक परिवर्तकों (semi-conductor converters) का उपयोग कर,
(ii) प्रभावी मोटरों का उपयोग कर,
(iii) चर गति मोटरों का उपयोग कर,
(iv) मोटर के निर्धारण (rating) और भार के उचित मिलान (matching) की विधि उपयोग कर,
(v) प्रदाय को अच्छा गुण (quality) प्रदान कर और इसे उच्च शक्ति गुणांक के स्तर पर रखकर।

शक्ति गुणक (Power factor)

शक्ति गुणक वास्तविक शक्ति तथा आभासी शक्ति का अनुपात है। इसे $\cos\phi$ से प्रदर्शित करते हैं। जहाँ ϕ वोल्टता एवं धारा के मध्य कोण है।

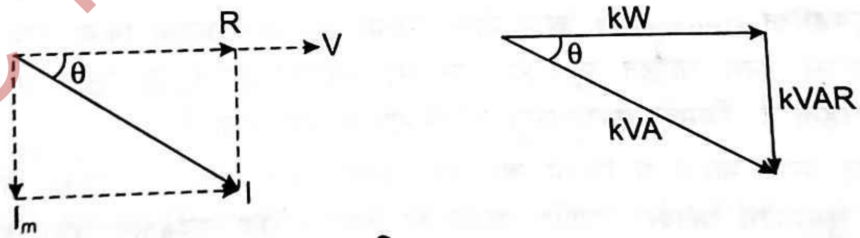
$$\text{शक्ति गुणक} = \cos\phi$$

$$P_a = \text{आभासी शक्ति} = V_{rms} \times I_{rms}$$

$$P = \text{वास्तविक शक्ति} = P_a \times \cos\phi$$

सादिश आरेख (Vector Diagram)

इसे चित्र 3.10 में दर्शाया गया है। प्रेरणिक परिपथों द्वारा ली गई धारा के दो अवयव होते हैं। पहली धारा उपयोगी यांत्रिक कार्य (I) में परिवर्तित हो जाती है तथा दूसरी चुम्बकीय धारा (I_m) जो वाट रहित होती है कोई उपयोगी कार्य नहीं करती है। अवयव I_R सप्लाई वोल्टता की कला में होता है। तथा अवयव I_m सप्लाई वोल्टता से 90° पर होता है, जैसा कि सदिश आरेख में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 3.10

$$I^2 = I_R^2 + I_m^2$$

दोनों ओर $\left(\frac{VI}{1000}\right)^2$ से गुणा करने पर,

$$\left(\frac{VI}{1000}\right)^2 = \left(\frac{VI_g}{1000}\right)^2 + \left(\frac{VI_m}{1000}\right)^2$$

AKC TECHNICAL CLASSES

या
$$(kVA)^2 = (kW)^2 + (kVAR)^2$$

$$\text{शक्ति गुणक} = \cos\phi = \frac{I_g}{I} = \frac{\text{वास्तविक शक्ति}}{\text{आभासी शक्ति}}$$

अतः शक्ति गुणक की निम्नलिखित प्रकार से परिभाषा दी जा सकती है—

(i) शक्ति गुणक धारा एवं वोल्टता के बीच का कोण $\cos\phi$ है।

(ii) शक्ति गुणक प्रतिरोध एवं प्रतिबाधा का अनुपात है।

(iii) शक्ति गुणक वास्तविक शक्ति एवं आभासी शक्ति का अनुपात है।

जब धारा, वोल्टता से अग्र होती है तब शक्ति गुणक अग्रगामी होता है; तथा जब धारा, वोल्टता से पश्च होती है तब शक्ति गुणक पश्चगामी होगा।

उद्योगों में न्यून शक्ति गुणक (Low Power factor in Industry)

उद्योग में न्यून शक्ति गुणक होने के निम्नलिखित कारण हैं—

(i) प्रायः उद्योगों में प्रेरण मोटरों का प्रयोग किया जाता है। ये प्रेरण मोटरें पश्चागामी शक्ति गुणक पर कार्य करती हैं।

(ii) उपकेन्द्रों पर प्रयोग होने वाले ट्रांसफॉर्मर चुम्बकन धारा ग्रहण करते हैं जिससे कुल धारा वोल्टता से पश्चगामी हो जाती है तथा शक्ति गुणक भी पश्चगामी हो जाते हैं। चूँकि चुम्बकन धारा वोल्टता से 90° पश्चगामी (lagging) तथा अधिक होती है, अतः ट्रांसफॉर्मर का शक्ति गुणक अति न्यून हो जाता है।

(iii) औद्योगिक विद्युत भट्टियाँ न्यून शक्ति गुणक पर कार्य करती हैं।

(iv) कम भार के समय सप्लाई वोल्टता बढ़ जाती है जिसके कारण प्रेरकत्व प्रतिघात की चुम्बकीय धारा का मान अधिक हो जाता है एवं विद्युत संयंत्र का शक्ति गुणक घट जाता है।

(v) आर्क लैम्पों का प्रचालन निम्न शक्ति पर होता है। अतः ऐसी संस्थाओं जिनमें आर्क लैम्प प्रचुर मात्रा में प्रयुक्त होते हैं, उनमें निम्न शक्ति गुणक होगा।

(vi) सिन्क्रोनस मोटर, रोटरी कन्वर्टर तथा अन्य कम्यूटेटर मोटरें अग्रगामी शक्ति गुणक पर कार्य करती हैं।

(vii) प्रतिदीप्ति एवं विसर्जन लैम्पों तथा न्यून लैम्पों के कारण भी शक्ति गुणक घटता है।

(viii) पुरानी मोटरों में जिनमें अनुरक्षण करते समय स्टेटर और रोटर के बीच वायु अन्तराल (air gap) बढ़ गया हो, उनका प्रतिष्टंभ (reluctance) बढ़ जाता है जिसके फलस्वरूप अधिक चुम्बकन धारा के कारण शक्ति गुणक घट जाता है।

(ix) ऐसी पुनः कुण्डलित (rewinded) प्रेरण मोटरें जिनमें तार कम प्रयोग किया गया हो, उनमें प्रतिष्टंभ बढ़ जाता है, जिससे उनमें वांछित चुम्बकीय फ्लक्स स्थापित करने के लिए अधिक चुम्बकन धारा की आवश्यकता पड़ती है, जिसके फलस्वरूप शक्ति गुणक घट जाता है।

(x) पुनः कुण्डलित प्रेरण मोटरों में जिनमें तार कम प्रयोग किया गया हो, उनका प्रतिष्टंभ बढ़ता है, जिससे उनमें वांछित चुम्बकीय फ्लक्स स्थापित करने के लिए अधिक चुम्बकन धारा की आवश्यकता पड़ती है जिसके फलस्वरूप शक्ति गुणक घटता है।

उदाहरण—एक एकल कला प्रत्यावर्तक है जिसकी पूर्ण भार निर्धारित क्षमता 1000 ऐम्पियर 500 वोल्टता पर है।

$$\text{प्रत्यावर्तक का निर्धारण} = \frac{1000 \times 500}{1000}$$
$$= 500\,kVA$$

यदि प्रत्यावर्तक इकाई शक्ति गुणक पर प्रचालित होती है तो भार

AKC TECHNICAL CLASSES

$$= 500 \times 1 = 500 \text{ kW}$$

यदि शक्ति गुणक 0.7 हो तो भार

$$= 500 \times 0.7 = 350 \text{ kW}$$

उपरोक्त गणनाओं से स्पष्ट है कि जब प्रत्यावर्तक पर आरोपित भार का शक्ति गुणक इकाई है तो वह अधिकतम 500 kW भार सप्लाई कर सकता है। यदि शक्ति गुणक इकाई से कम अर्थात् 0.7 है तो वह अधिकतम 350 kW भार सप्लाई कर सकता है अर्थात् उसकी अधिकतम kW क्षमता शक्ति गुणक के कम होने पर घट जाती है। इसका मतलब यह हुआ कि किसी निश्चित भार की सप्लाई करने के लिए निम्न शक्ति गुणक पर बड़े आकार के प्रत्यावर्तक की आवश्यकता पड़ेगी। अधिक kVA के प्रत्यावर्तक की प्रारंभिक कीमत भी अधिक होगी।

शक्ति गुणक सुधारने की विधियाँ, शक्ति गुणक सुधारों के लाभ, न्यून शक्ति गुणक की हानियाँ (Methods of P.F. Improvement, Advantages of P.F. Improvement, Disadvantages of Low P.F.)

शक्ति गुणक सुधारने की विधियाँ (Methods of Power factor Improvement)

शक्ति गुणक को निम्नलिखित विधियों की सहायता से सुधारा जा सकता है—

(i) स्थैतिक संधारित्रों (static capacitors) के प्रयोग से,

(ii) तुल्यकालिक संधारित्रों (synchronous capacitors) के प्रयोग से,

(iii) कला अग्रक (phase advancer) द्वारा,

(iv) संधारित्र बूस्टर (capacitor booster) के प्रयोग द्वारा,

(v) उच्च शक्ति गुणक की मोटरों का प्रयोग करके।

शक्ति गुणक सुधारने के लाभ (Advantages of Power Factor Improvement)

शक्ति गुणक सुधारने के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) प्रत्यावर्तक की किलोवाट क्षमता बढ़ जाती है।

(ii) ट्रांसफॉर्मर एवं संचरण लाइनों की किलोवाट क्षमता बढ़ जाती है।

(iii) पावर प्लान्ट की क्षमता बढ़ जाती है।

(iv) संचरण एवं वितरण लाइनों में वोल्टतापात (voltage drop) घट जाता है।

(v) प्रति यूनिट विद्युत ऊर्जा का उत्पादन मूल्य घट जाता है।

(vi) संचरण लाइनों का वोल्टता नियमन (regulation) बढ़ जाता है।

(vii) प्रथम चालक की शक्ति का अपव्यय समाप्त हो जाता है।

न्यून पावर फैक्टर की हानियाँ (Disadvantages of Low Power Factor)

न्यून पावर फैक्टर से पावर सिस्टम में निम्नलिखित हानियाँ होती हैं—

(i) किसी ज्ञात भार के लिए स्थिर वोल्टता पर लाइन धारा का मान शक्ति गुणक के घटने पर बढ़ जाता है। इसी प्रकार उच्च शक्ति गुणक पर लाइन धारा का मान घट जाता है।

(ii) चूँकि प्रत्यावर्तक एवं ट्रांसफॉर्मर की निर्धारित क्षमता (rated capacity) उनकी निर्गत धारा के समानुपाती होती है। अत: निम्न शक्ति गुणक पर धारा के मान के बढ़ने से प्रत्यावर्तक तथा ट्राँसफॉर्मर की निर्धारण क्षमता बढ़ानी पड़ेगी, जिससे उनकी प्रारंभिक कीमत बढ़ जायेगी।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) संचरण एवं वितरण प्रणाली की लाइनों एवं केबलों का आकार उनमें प्रवाहित धारा के मान पर निर्भर करता है। निम्न शक्ति गुणक पर समान शक्ति संचरण के लिए अधिक बड़े अनुप्रस्थ क्षेत्र के चालक की आवश्यकता पड़ती है, जिससे चालक के मूल्य में वृद्धि हो जाती है।

(iv) चूँकि ताम्र हानियाँ (copper losses) धारा के वर्ग के समानुपाती होती हैं, अतः अधिक धारा के प्रवाहित होने पर ताम्र हानि में वृद्धि हो जाती है जिससे संचरण प्रणाली की दक्षता में कमी आ जाती है।

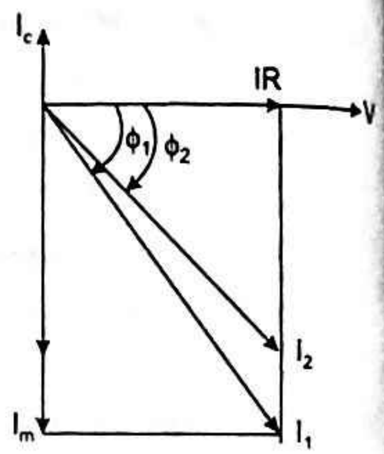
(v) निम्न शक्ति गुणक पर प्रत्यावर्तकों, ट्रांसफॉर्मरों में वोल्टतापात बढ़ जाता है जिससे निविष्ट सिरों पर कम वोल्टता प्राप्त होती है। कम वोल्टता प्राप्त होने पर नियमन भी घट जाता है।

(vi) निम्न शक्ति गुणक पर चूँकि प्रत्यावर्तकों (alternators) का आकार बढ़ाना पड़ता है जिससे प्रथम चालक का आकार भी बढ़ाना पड़ता है। इससे प्रथम चालक का प्रारंभिक मूल्य बढ़ जाता है।

स्थैतिक संधारित्र (Static Capacitor)

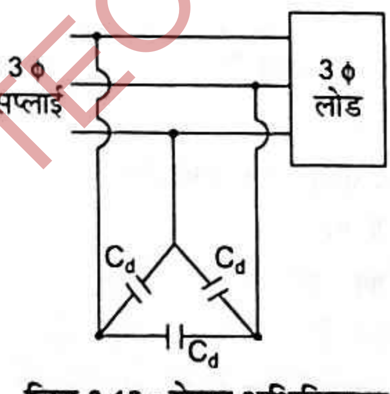
स्थैतिक संधारित्र का सिद्धान्त

स्थैतिक संधारित्र प्रदाय वोल्टता से 90° अग्रगामी कोण पर धारा लेता है। इसलिए यदि संधारित्र को प्रेरणिक भार के पार्श्व में लगाया जाता है, तो सम्पूर्ण परिपथ का परिणामी प्रतिकारी धारा घटक, संधारित्र के अग्रगामी धारा घटक और भार के पश्चगामी धारा घटक के अन्तर के बराबर होगा। जैसाकि चित्र 3.11 में दिखाया गया है कि धारा का परिणामी प्रतिकारी घटक Im – Ic, Im से कम है। इस स्थिति में शक्ति गुणक मान $\cos \phi_2$, पूर्व मान $\cos \phi_1$ से अधिक है। इस प्रकार संधारित्र की सहायता से उपयुक्त मान का शक्ति गुणक प्राप्त कर लेते हैं।

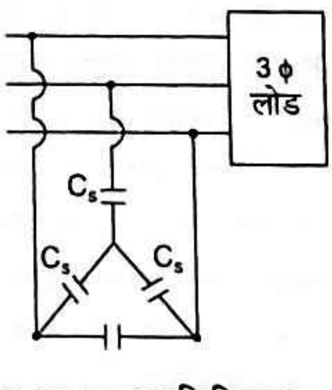


चित्र 3.11 : सदिश आरेख

3ϕ लोड का शक्ति गुणक सुधारने के लिए संधारित्रों को लोड के पार्श्व में डेल्टा या स्टार अभिविन्यास में संयोजित करते हैं। जैसा कि चित्र 3.12 तथा 3.13 में दिखाया गया है।



चित्र 3.12 : डेल्टा अभिविन्यास



चित्र 3.13 : स्टार अभिविन्यास

भार P के लिए, शक्ति गुणक $\cos \phi_1$ से $\cos \phi_2$ करने हेतु आवश्यक कुल kVAR

$$= kVAR_1 - kVAR_2 \qquad \text{(चित्र 3.10 से)}$$

$$= P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

डेल्टा अभिविन्यास में लगे संधारित्रों की धारिता के लिए व्यंजक—स्टार अभिन्यास में लगे संधारित्रों की धारा अग्रलिखित सूत्र से ज्ञात की जाती है—

AKC TECHNICAL CLASSES

$$\text{kVAR} = \frac{3\times \text{संधारित्र-धारा} \times \text{संधारित्र-वोल्टता}}{1000}$$

$$= \frac{3 \times v \times \omega \cdot cd \times v}{1000}$$

या

$$C_d = \frac{\text{kVAR} \times 1000}{3\omega V^2}$$

स्टार अभिविन्यास में लगे संधारित्रों की धारिता के लिए व्यंजक

स्टार अभिविन्यास में लगे संधारित्रों की धारा निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात की जाती है—

$$\text{kVAR} = \frac{3\times \text{संधारित्र-धारा} \times \text{संधारित्र-वोल्टता}}{1000}$$

$$= \frac{3 \times \frac{V}{\sqrt{3}} \times \omega \times C_s \times \frac{V}{\sqrt{3}}}{1000}$$

या

$$C_s = \frac{\text{kVAR} \times 1000}{\omega V^2} \quad \text{...(ii)}$$

जहाँ, $W = 2\pi f$ = कोणीय आवृत्ति

V = लाइन वोल्टता

F = सप्लाई आवृत्ति

संधारित्र धारा,

$$I_c = \frac{V}{X_c} = \frac{V}{1/\omega c} = \omega CV$$

स्थैतिक संधारित्रों के लाभ

स्थैतिक संधारित्रों के निम्नलिखित लाभ हैं—

(i) संधारित्र हानियाँ 0.5% से कम होती हैं।

(ii) इसकी स्थापना, प्रचालन एवं अनुरक्षण सरल है।

(iii) यह अधिक विश्वसनीय है।

(iv) भार शर्तों के आधार पर संधारित्र की kVAR रेटिंग व्यवस्थित की जा सकती है।

(v) संधारित्र के स्थान के लिए कोई भी रुकावटें नहीं हैं।

शक्ति गुणक सुधार का अर्थशास्त्र (Economics of Power factor Improvement)

शक्ति गुणक को सुधारने के लिए प्रयुक्त उपकरणों पर होने वाले व्यय एवं संशोधित शक्ति गुणक के कारण होने वाले लाभ के आधार पर ही उपयुक्त शक्ति गुणक को तय किया जाता है। शक्ति गुणक के सुधारने से उपभोक्ता की उच्चतम माँग कम हो जाती है तथा विद्युत प्रदाय की क्षमता बढ़ जाती है।

शक्ति गुणक को सुधारने के लिए प्रयुक्त उपकरण में पूँजी लगती है एवं उपकरणों का अवमूल्यन होता है। शक्ति गुणक का मान जिस पर अधिकतम मांग शुल्क एवं उपकरण की लागत का वार्षिक ब्याज एवं अवमूल्यन का अन्तर अधिकतम हो, सवसे उपयुक्त माना जाता है।

स्थिर kW भार पर अवधारणा (Assumption on Constant kW Load)—माना कि,

kW भार = P (स्थिर)

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रारम्भिक शक्ति गुणक $= \cos \phi_1$

$$kVA_1 = \frac{P}{\cos \phi_1} \quad \ldots(i)$$

माना कि शक्ति गुणक के मान को $\cos \phi_2$ तक सुधारा गया है, तो नये किलोवोल्ट ऐम्पियर का मान

$$kVA_2 = \frac{P}{\cos \phi_2} \quad \ldots(ii)$$

अत: kVA में बचत $= \left[\frac{P}{\cos \phi_1} - \frac{P}{\cos \phi_2}\right]$ ...(iii)

यदि kVA के आधार पर टैरिफ की दर x रुपये प्रति kVA है, तो

कुल बचत $= x\left[\frac{P}{\cos \phi_1} - \frac{P}{\cos \phi_2}\right]$

शक्ति गुणक के दोनों मानों पर प्रतिघाती किलोवोल्ट ऐम्पियर के मान

$$kVAR_1 = P \tan \phi_1$$
$$kVAR_2 = P \tan \phi_2$$

माना कि सुधारक उपकरण पर व्यय का मान y रुपये प्रति kVAR है, तो

उपकरण पर कुल व्यय $= y\,(P \tan \phi_1 - P \tan \phi_2)$

परिणामी वचत, $$S = x \times P\left[\frac{1}{\cos \phi_1} - \frac{1}{\cos \phi_2}\right] y \times P\,(\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

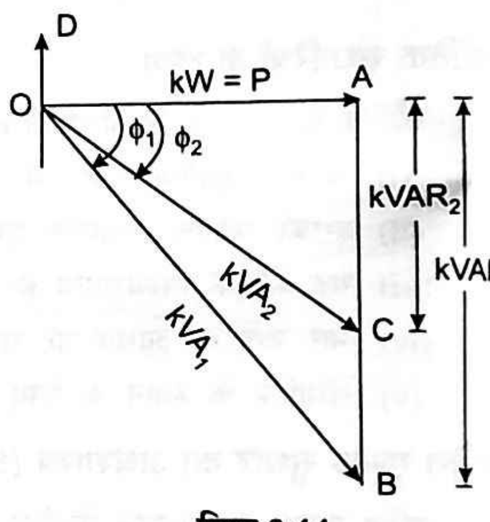
अधिकतम वचत के लिए $\frac{ds}{d\phi_2} = 0$

अत: $$\frac{ds}{d\phi_2} = xP\,(0 - \sec \phi_2 \tan \phi_2) - yP\,(0 - \sec 2\phi_2)$$
$$= 0$$

या $x \sec \phi_2 \tan \phi_2 = y \sec^2 \phi_2$

या $$\sin \phi_2 = \frac{y}{x} \quad \ldots(v)$$

$$\sin \phi_2 = \frac{y}{x} \quad \ldots(vi)$$



चित्र 3.14

समीकरण (vi) शक्ति गुणक के किफायती होने के लिए आवश्यक व्यंजक है। इसे चित्र 3.14 में दर्शाया गया है।

प्रश्न 1. एक सप्लाई प्रणाली निम्नलिखित भार सप्लाई करती है—

(i) 300 kW का भार प्रकाश के लिए,

(ii) 400 kW का भार 0.707 पश्चगामी शक्ति गुणक पर,

(iii) 800 kW का भार 0.8 अग्रगामी शक्ति गुणक पर,

(iv) 500 kW का भार 0.6 पश्चगामी शक्ति गुणक पर,

(v) 400 kW का तुल्यकालिक मोटर।

तुल्यकालिक मोटर के शक्ति गुणक की गणना कीजिए जबकि शक्ति संयंत्र का शक्ति गुणक इकाई है।

AKC TECHNICAL CLASSES

हल—शक्ति संयंत्र पर कुल भार निम्नलिखित हैं—

क्र० सं०	भार	सक्रिय घटक kW	प्रतिघाती घटक kVA
(i)	प्रकाश भार	300	000.0
(ii)	400 kW का भार 0.707 शक्ति गुणक पर (पश्चगामी)	400	– 400.0
(iii)	800 kW का भार 0.8 शक्ति गुणक पर (अग्रगामी)	800	+ 600.0
(iv)	500 kW का भार 0.6 शक्ति गुणक पर (पश्चगामी)	500	– 666.7
	कुल योग	**2000**	**– 466.7**

चूँकि संयंत्र को इकाई शक्ति गुणक पर कार्य करना है, अतः कुल प्रतिघाती घटक (reactive component) को समाप्त हो जाना चाहिए।

अतः तुल्यकालिक मोटर का अग्रगामी अवयव +466.7 kVAR होना चाहिए।

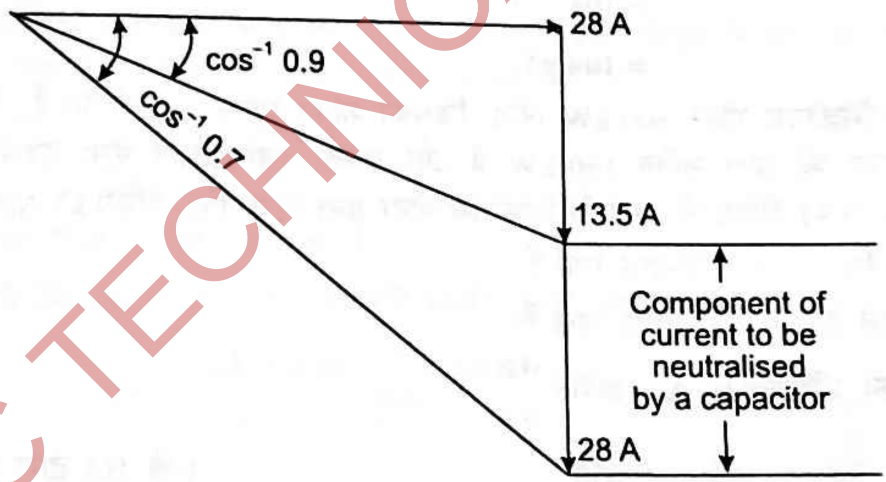
$$\tan\phi = \frac{466.7}{400} = 1.166$$

$$\phi = 49°4'$$

$$\cos\phi = \mathbf{0.6508} \text{ अग्रगामी}$$ **उत्तर**

प्रश्न 2. एक सिंगल फेज मोटर को 440 वोल्ट तथा 50 Hz सप्लाई से जोड़ा जाता है। मोटर 40 ऐम्पियर धारा लेती है और 0.7 पश्चगामी पावर फैक्टर पर कार्य करती है। पावर फैक्टर को 0.9 पश्चगामी बढ़ाने के लिए एक कन्डेन्सर को मोटर टर्मिनल के समान्तर लगाया जाता है। कन्डेन्सर की कैपेसिटी ज्ञात कीजिए।

हल— $V = 440$ वोल्ट, $f = 50$ Hz, $\cos\phi_1 = 0.7$, $\cos\phi_2 = 0.9$, $I = 40$ ऐम्पियर



चित्र 3.15

0.7 PF पर मोटर धारा = 40 ऐम्पियर

धारा का एक्टिव अवयव = 40×0.7

= 28 ऐम्पियर

धारा का प्रतिघाती अवयव = $40 \times \sin\phi$

= $40 \times \sin(\cos^{-1} 0.7)$

= 40×0.7 ऐम्पियर

$= 28$ ऐम्पियर

जब पावर फैक्टर को 0.9 करना है तब धारा का इनफेज मान वही रहेगा तथा केवल प्रतिघाती मान ही बदलेगा।

∴ मोटर की नई धारा $= \frac{28}{0.9} = 31$ ऐम्पियर

तथा नई प्रतिघाती धारा $= 31 \times \sin(\cos^{-1} 0.9)$

$= 31 \times 0.435$

$= 13.5$ ऐम्पियर

उदासीन करने वाली धारा का मान $= 28 - 13.5$

$= 14.5$ ऐम्पियर

इसलिए कन्डेन्सर को 145 ऐम्पियर धारा लेनी चाहिए।

अब $$I_c = \frac{V}{X_c}$$

∴ $$X_c = \frac{440}{14.5} = 30.34\ \Omega$$

या $$30.34 = \frac{1}{2\pi fC}$$

या $$C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 30.34}$$

$$= 1.04 \times 10^{-4}\ F$$

$$= 104 \times 10^{-6}$$

$$= 104\ \mu F$$ उत्तर

प्रश्न 3. एक 3-फेज की सिंक्रोनस मोटर 800 kW लोड, जिसका शक्ति गुणक 0.8 लैगिंग है, के समानान्तर जुड़ी हुई है। सिंक्रोनस मोटर की कुल शक्ति 150 kW है और इसका एक्साइटेशन ऐसा एडजस्ट किया जाता है कि कुल शक्ति गुणक 0.94 लैगिंग हो जाता है। सिंक्रोनस मोटर द्वारा दिया गया लीडिंग kVAR ज्ञात कीजिए।

हल—सदिश आरेख चित्र 3.16 में दिखाया गया है।

800 kW लोड को OB द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

∴ उसकी प्रतिघाती kVA $= 800 \times \frac{0.6}{0.8}$

$= 600$ (जो BA द्वारा प्रदर्शित किया गया है)

मोटर लोड $= 150$ kW

कुल लोड $= 800 + 150 = 950$ kW

नया शक्ति गुणक $= \cos\phi_2 = 0.94$ (दिया है)

नयी प्रतिघाती kVA $= 950 \times \tan\phi_2$

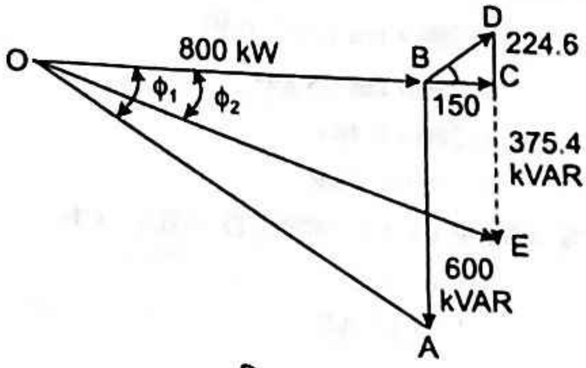
$= 950 \times 0.3952$

$= 375.4$ kVAR

AKG TECHNICAL CLASSES

सिंक्रोनस मोटर के अग्रगामी अवयव द्वारा उदासीन की गई प्रतिघाती kVA = 600 − 375.4 = 224.6 (जो CD द्वारा प्रदर्शित किया गया है)

इस प्रकार मोटर cos ϕ शक्ति गुणक (अग्रगामी) पर चलती है जिसका इनफेज अवयव 150 kW तथा प्रतिघाती अवयव 224 kVAR है।



चित्र 3.16

$$\tan \phi = \frac{224.6}{150} = 1.4973$$

या $$\phi = \tan^{-1}(1.4973) = 567°16'$$

$$\cos \phi = 0.5553 \text{ (अग्रगामी)}$$ उत्तर

$$\text{सिंक्रोनस मोटर की kVA} = \frac{150}{0.5553}$$

$$= 270.13$$ उत्तर

प्रश्न 4. एक सिंक्रोनस मोटर 200 kW लोड के पावर फैक्टर को 0.8 लैगिंग से 0.9 लैगिंग तक इम्प्रूव करती है, इसके साथ ही मोटर पर 80 kW का लोड है। गणना कीजिए—

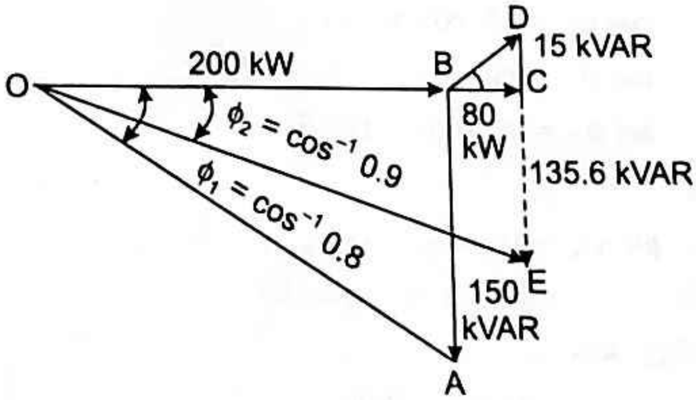
(i) मोटर के द्वारा दी गई अग्रगामी kVAR,

(ii) मोटर की kVA रेटिंग,

(iii) पावर फैक्टर जिस पर मोटर कार्य करती है।

हल—चित्र 3.17 में 200 kW के लोड को OB द्वारा प्रदर्शित किया गया है। अत: इस लोड का प्रतिघाती kVA,

$$BA = 200 \times \frac{0.6}{0.8} = 150 \text{ kVAR}$$



चित्र 3.17

AKC TECHNICAL CLASSES

कुल लोड, $OC = 200 + 80$

$= 280\,kW$

नया पावर फैक्टर $\cos\phi_2 = 0.9$

नई प्रतिघाती kVA जिसे CE द्वारा प्रदर्शित करते हैं

$= 280 \times \tan(\cos^{-1} 0.9)$

$= 280 \times \tan 25.84°$

$= 280 \times 0.484$

$= 135.6\,kVAR$

(i) सिंक्रोनस मोटर के द्वारा दी गई अग्रगामी kVAR, यादि $CD = BA - CE$

$= 150 - 135$

$= \mathbf{14.4\,kVAR}$ उत्तर

(ii) मोटर की kVA रेटिंग $= \sqrt{(BC)^2 + (CD)^2}$

यानि $BD = \sqrt{(80)^2 + (14.4)^2}$

$= \sqrt{6400 + 207.36}$

$= \sqrt{6607.36}$

$= \mathbf{81.3\,kVA}$ उत्तर

(iii) मोटर का पावर फैक्टर $= \cos\phi$

$= \cos\left[\tan^{-1}\frac{14.4}{80}\right]$

$= \cos 10.20°$

$= \mathbf{0.98}$ **अग्रगामी** उत्तर

प्रश्न 5. एक 400 वोल्ट तथा 50 Hz वाली 3ϕ लाइन 0.8 पश्चगामी शक्ति गुणक पर 200 kW प्रदान करती है। लाइन शक्ति गुणक को इकाई तक बढ़ाने के लिए शन्ट संधारित्र लगानी वांछित है तो प्रत्येक यूनिट के संधारित्र की धारिता की गणना कीजिए यदि उन्हें

(i) स्टार में संयोजित किया जाता है,

(ii) डेल्टा में संयोजित किया जाता है।

हल—दिया है, $V = 400$ वोल्ट, $f = 50\,Hz$,

$\cos\phi_1 = 0.8, \cos\phi_2 = 1$

$\tan\phi_1 = \tan(\cos^{-1} 0.8) = 0.75$

$\tan\phi_2 = \tan(\cos^{-1} 1) = 0$

अत: संधारित्रों द्वारा दिये गये

$$kVAR = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

$$= 200(0.75 - 0) = 150$$

(i) संधारित्रों को स्टार में संयोजित करने पर

$$C_s = \frac{kVAR \times 1000}{\omega V^2}$$

AKC TECHNICAL CLASSES

या

$$C_s = \frac{kVAR \times 1000}{2\pi f \times V^2}$$

मान रखने पर

$$C_s = \frac{150 \times 1000}{2 \times 3.14 \times 50 \times (400)^2}$$

$$= \mathbf{2.98 \times 10^{-3}\ F}$$

उत्तर

(ii) संधारित्रों को डेल्टा में संयोजित करने पर

$$C_d = \frac{kVAR \times 1000}{3\omega V^2}$$

या

$$C_d = \frac{kVAR \times 1000}{3 \times 2\pi f \times V^2}$$

$$C_d = \frac{150 \times 1000}{3 \times 2 \times 3.14 \times 50 \times (400)^2}$$

$$= \mathbf{9.952 \times 10^{-4}\ F}$$

उत्तर

प्रश्न 6. एक तुल्यकालिक मोटर की दक्षता 90% है और वह 50 HP (मैट्रिक) निर्गत प्रदान कर रही है। इसे 250 kW, 0.8 पश्चगामी शक्ति गुणक भार के पार्श्व में संयोजित किया जाता है। यदि सम्पूर्ण पद्धति (system) का शक्ति गुणक 0.95 पश्चगामी तक सुधर जाता है तो तुल्यकालिक मोटर का kVA और शक्ति गुणक ज्ञात कीजिए।

हल—मोटर का kW भार $= \frac{50 \times 735.5}{1000 \times 0.9} = 40.86$

0.8 शक्ति गुणक पर भार का kVAR $= 250 \tan(\cos^{-1} 0.8)$

$= 250 \times 0.75 = 187.5$

मोटर सहित पद्धति पर सम्पूर्ण भार $= 40.86 + 250 = 290.86$ kW

0.95 शक्ति गुणक पर नये kVAR $= 290.86 \tan(\cos^{-1} 0.95)$

$= 290.86 \times 0.3827 = 95.60$

मोटर द्वारा प्रदान किये गये kVAR $= 187.5 - 95.60 = 91.90$

अतः मोटर की kVA (रेटिंग) $= \sqrt{(kVAR)^2 + (kW)^2}$

$= \sqrt{(91.90)^2 + (40.86)^2}$

$= \mathbf{82.32}$

उत्तर

मोटर का शक्ति गुणक, $\cos\phi = \frac{kW}{kVA} = \frac{40.86}{82.32}$

$= \mathbf{0.4964}$ **अग्रगामी**

उत्तर

प्रश्न 7. एक उपभोक्ता 1500 kW स्थिर भार 0.71 पश्चगामी शक्ति गुणक पर लेता है और अधिकतम माँग का 1500 रु० प्रति kVA प्रतिवर्ष देता है। कला अग्रक प्लांट का मूल्य 24 रुपये प्रति kVA है तो न्यूनतम वार्षिक व्यय के लिए कला अग्रक प्लांट की क्षमता ज्ञात कीजिए। ब्याज और मूल्य ह्रास की दर 10% है। प्रदाय के नये शक्ति गुणक का मान भी ज्ञात कीजिए।

हल—वार्षिक माँग व्यय प्रतिवर्ष,

$x = 15$ रुपये प्रति kVA

कला अग्रक प्लांट पर वार्षिक व्यय, $y = \frac{24 \times 10}{100} = 2.4$ रु प्रति kVA

न्यूनतम वार्षिक व्यय के लिए $\sin \phi_2 = \frac{y}{x}$

अत: $\sin \phi_2 = \frac{2.4}{15} = 0.16$

या $\phi_2 = 9.207^\circ$

तो $\cos \phi_2 = 0.987$

प्रदाय का नया शक्ति गुणक = 0.987 पश्चगामी

यदि $\cos \phi_1 = 0.71$ तो $\tan \phi_1 = 0.992$

$\cos \phi_2 = 0.987$ तो $\tan \phi_2 = 0.163$

कला अग्रक प्लांट द्वारा प्रदान किये गये

$$kVAR = P(\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$
$$= 1500(0.992 - 0.163)$$

कला अग्रक प्लांट की क्षमता = 1243.50 kVAR उत्तर

प्रश्न 8. सबसे किफायती शक्ति गुणक का मान ज्ञात कीजिए जिस पर उपभोक्ता शक्ति ले, जबकि ऊर्जा व्यय की दर 240 रु प्रति किलोवाट + 80 पैसे प्रति किलोवाट घण्टा हो। शक्ति गुणक सुधार उपकरण का वार्षिक मूल्य 144 रु० प्रति किलोवोल्ट ऐम्पियर तथा ब्याज एवं मूल्य ह्रास की दर शक्ति गुणक सुधार की पूँजीगत लागत की 10% है।

हल—वार्षिक माँग प्रति किलोवाट, $x = 240$ रु०

शक्ति गुणक सुधार उपकरण पर वार्षिक व्यय

$$y = \frac{144 \times 10}{100} = 14.4 \text{ रु०}$$

सबसे अधिक किफायत के लिए,

$$\sin \phi_2 = \frac{y}{x}$$

अत: $\sin \phi_2 = \frac{14.4}{240} = 0.06$

या $\phi_2 = 3.44^\circ$

अब किफायती शक्ति गुणक, $\cos \phi_2 = \cos 3.44^\circ$

शक्ति गुणक = 0.998 उत्तर

प्रश्न 9. एक विद्युत प्रणाली अपनी अधिकतम क्षमता के साथ 0.8 पश्चगामी शक्ति गुणक पर कार्य कर रही है। प्रणाली के भार में संभावित वृद्धि पूरी की जा सकती है—

(i) एक कला अग्रक लगाकर प्रणाली का शक्ति गुणक 0.95 तक बढ़ाने पर,

(ii) अतिरिक्त जनन संयंत्र लगाकर।

तो कला अग्रक संयंत्र का सीमित मूल्य प्रति किलोवोल्ट ऐम्पियर में ज्ञात कीजिए, जिसका उपयोग 160 रु प्रति किलोवोल्ट ऐम्पियर वाले संयंत्र की अपेक्षा उपयुक्त हो। प्रत्येक स्थिति में ब्याज तथा मूल्य ह्रास कुल 10% है।

हल—यदि $\cos \phi_1 = 0.8$ तो $\sin \phi_1 = 0.6$

AKC TECHNICAL CLASSES

$\cos \phi_2 = 0.95$ तो $\sin \phi_2 = 0.312$

अतिरिक्त जनन पर व्यय, $x = \frac{160 \times 10}{100} = 16$ रु० प्रति kVA

कला अग्रक संयंत्र पर वार्षिक व्यय प्रति kVA

$= y$ (माना)

तब कला अग्रक व्यय जनन प्लांट अधिक न होने के लिए,

$$\frac{x - y\sin \phi_1}{\cos \phi_1} = \frac{x - y\sin \phi_2}{\cos \phi_2}$$

या $$\frac{16 - 0.6\,y}{0.8} = \frac{16 - 0.312\,y}{0.95}$$

या $$y = \frac{2.4}{0.3204}$$

अत: कला अग्रक पर वार्षिक व्यय प्रति kVA 7.5 रु० से अधिक नहीं होना चाहिए।

कला अग्रक का सीमित मूल्य $= \frac{7.5 \times 10}{100} = 75$ रु०

$= 75$ रु० प्रति kVA **उत्तर**

प्रश्नावली

1. विद्युत सप्लाई सिस्टम को समझाइए।
2. विद्युत पावर सिस्टम में होने वाली हानियों को लिखिए।
3. ऊर्जा दक्ष ट्रांसफार्मरों को समझाइये।
4. ट्रांसफॉर्मर में होने वाली हानियों को लिखिए।
5. टैरिफ क्या है? आदर्श टैरिफ के अभिलक्षण बताइए।
6. विभिन्न प्रकार के टैरिफों को समझाइये।
7. वैद्युत भार के प्रकारों को लिखिए।
8. भावी वैद्युत भार आकलन करने वाले कारकों को लिखिए।
9. ऊर्जा दक्ष मोटर को समझाइये।
10. ऊर्जा दक्ष मोटरों के लाभ समझाइये।
11. वैद्युत चालन में ऊर्जा संरक्षण को समझाइये।
12. शक्ति गुणक क्या है? उद्योगों में न्यून शक्ति गुणक होने के कारण क्या हैं?
13. शक्ति गुणक सुधारने की विधियाँ तथा सुधारने के लाभों को लिखिए।
14. उद्योगों में चर गति एवं चर गति चालन के लाभों को लिखिए।
15. भावी वैद्युत भार आकलन सम्बन्धी भविष्यवाणी करने वाले कारकों को समझाइये।
16. विद्युत-जनन केन्द्र की कीमत को प्रभावित करने वाले कारकों को समझाइये।
17. ट्रांसफार्मर में ऊर्जा संरक्षण के अवसरों को समझाइये।
18. अमोरफस ट्रांसफार्मर के लाभों को समझाइये।

❑

AKC TECHNICAL CLASSES

4

विद्युत उपयोग में ऊर्जा दक्षता
(Energy Efficiency in Electrical Utilities)

परिचय (Pump)

पम्प का परिचय प्रमुख पदों के रूप में निम्न प्रकार है—

1. पम्प (Pump)

पम्प वह युक्ति है जो किसी तरल की दाब-ऊर्जा बढ़ाने के लिए प्रयोग की जाती है। पम्प साधारणतया किसी द्रव को निम्न तल से उच्च तल तक उठाने का काम करते हैं। अतः पम्प द्रव पर कुछ कार्य करते हैं। कार्य करने के लिए पम्प को किसी वाह्य स्रोत से ऊर्जा दी जाती है अर्थात पम्प को विद्युत-मोटर या किसी प्रथम चालक द्वारा चलाया जाना आवश्यक है। पम्प टरबाइन का विलोम है क्योंकि टरबाइन, द्रव की दाब-ऊर्जा का प्रयोग करके यान्त्रिक ऊर्जा देती है जबकि पम्प, यान्त्रिक ऊर्जा प्रयोग करके इसकी दाब-ऊर्जा बढ़ाते हैं।

संक्षेप में पम्प वह द्रविक युक्ति है जो विभिन्न प्रकार के द्रवों को खींचने, उठाने, प्रदाय करने या गतिमान करने के लिए प्रयोग की जाती है।

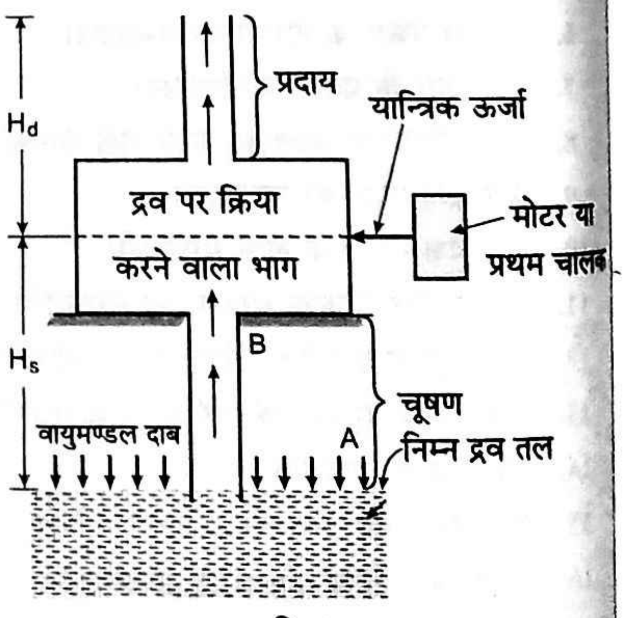
2. पम्प की क्रिया (Working of a Pump)

पम्प को तीन प्रमुख भागों में बाँटा जा सकता है। चित्र 4.1 में ये भाग प्रदर्शित किए गए हैं—

(a) चूषण (Suction)

(b) द्रव पर क्रिया करने वाला भाग

(c) प्रदाय (Delivery)



चित्र 4.1

साधारणतया पम्प को गहराई से द्रव खींचने के लिए प्रयोग करते हैं। इस स्थिति में पम्प को निम्न द्रव-तल से ऊपर स्थापित किया जाता है। चूषण भाग द्वारा दाब अन्तर के कारण द्रव चूषित होकर ऊपर उठता है और पम्प के प्रवेश पर पहुँचता है। द्रव के निम्न तल (A) पर साधारणतया वायुमण्डल दाब होता है जबकि पम्प क्रिया के अन्तर्गत प्रवेश (B) पर चूषण-दाब (वायुमण्डल से कम) स्थापित किया जाता है। इस प्रकार A तथा B में दाब अन्तर के कारण द्रव चूषित होकर प्रवेश B पर पहुँचता है।

द्रव पर क्रिया करने वाला भाग प्रवेश (B) पर पहुँचे द्रव की दाब-ऊर्जा बढ़ाता है और अन्त में यह उच्च दाब वाला द्रव प्रदाय से होकर बाहर निकाला जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

3. चूषण, प्रदाय तथा स्थितिज-शीर्ष व त्वरण-शीर्ष (Suction, Delivery and Static Head and Accelerating Head)

पम्प के प्रवेश (Inlet) पर निम्न दाब (Low Pressure) उत्पन्न हो जाने से निचले तल का द्रव पम्प तक ऊपर उठता है। जिस गहराई से पम्प को द्रव खींचना हो, उसे पम्प का चूषण शीर्ष (Suction head) कहते हैं तथा H_s द्वारा प्रदर्शित करते हैं। पानी के लिए H_s का अधिकतम मान 10 मीटर जल होता है, क्योंकि जहाँ से जल ऊपर खींचना हो वहाँ साधारणतया वायुमण्डल दाब होता है; परन्तु घर्षण आदि के कारण H_s का व्यावहारिक रूप से अधिकतम मान 7.5 मीटर ही रह जाता है।

पम्प में चूषण (Suction) के पश्चात् द्रव को दबाया जाता है और इस प्रकार पम्प के निकास (Outlet) या प्रदाय (Delivery) सिरे पर द्रव का जितना शीर्ष उपलब्ध होता है, उसे पम्प का प्रदाय शीर्ष (Delivery Head) कहते हैं तथा H_d से प्रदर्शित करते हैं। इस तरह पम्प द्वारा द्रव को H_d ऊँचाई तक ऊपर चढ़ाया जा सकता है $(H_s + H_d)$, पम्प का स्थितिज-शीर्ष (Static Head) कहलाता है।

सिलिण्डर में पिस्टन की गति पश्चाग्र होती है, जिस कारण गति के समय पिस्टन का कुछ त्वरण भी अवश्य होता है। फिर क्योंकि पिस्टन के साथ-साथ द्रव भी गतिमान होता है, अत: द्रव में भी पिस्टन के अनुसार त्वरण होता है। द्रव में यह त्वरण बनाने में ऊर्जा का अतिरिक्त खर्चा होता है, जिसे त्वरण-शीर्ष में व्यक्त किया जाता है।

4. पम्पों के उपयोग (Uses of Pumps)

इन पम्पों की उपयोगिता के अनेक क्षेत्र हैं। जैसे शक्ति, इन्जीनियरी कार्य, खेती कार्य, परिवहन कार्य, औद्योगिक कार्य तथा घरेलू कार्य आदि।

विभिन्न द्रव-चालित मशीनों में शक्ति स्थानान्तरण के लिए, खेती के अन्तर्गत सिंचाई के लिए, बॉयलर आदि में दाब पर पानी भेजने के लिए, डीजल इन्जन में तेल भेजने के लिए, मशीनों के स्नेहक के लिए, बड़े निर्माण कार्यों में पानी को विभिन्न स्थानों पर उपलब्ध कराने के लिए तथा घरेलू आवश्यकताओं के लिए विभिन्न प्रकार के पम्पों का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार पम्प, शेपर, ग्राइंडर, यूनिवर्सल परीक्षण मशीन (Universal Testing Machine), बॉयलर, अन्तर्दहन इन्जन (I. C. Engine), क्रेन, प्रेस, जैक आदि मशीनों तथा युक्तियों पर भी प्रयोग किए जाते हैं।

5. पम्प का पदनाम (Designation)

पम्प का पदनाम उसके वर्ग, प्रकार, चूषण तथा प्रदाय-शीर्ष और शक्ति तथा क्षमता (Capacity) द्वारा किया जाता है। पदनाम के लिए इनके अतिरिक्त पम्प में प्रयुक्त वाल्वों, चाल, प्रायोगिक द्रव, उद्देश्य तथा प्रायोगिक स्थल आदि भी सम्मिलित किए जाते हैं।

पम्पों का वर्गीकरण (Classification of Pumps)

विभिन्न पम्पों को संक्षिप्त रूप से इस प्रकार वर्गीकृत किया जाता है—

- पम्प
  - धनात्मक विस्थापन पम्प (Positive displacement pumps)
    - प्रत्यागामी पम्प (Reciprocating pump)
    - घूर्णन पम्प (Rotary pump)
  - गतिज दाब पम्प (Dynamic pressure pumps)
    - अपकेन्द्री पम्प (Centrifugal pumps)
    - नोदक पम्प (Propeller pumps)

AKG TECHNICAL CLASSES

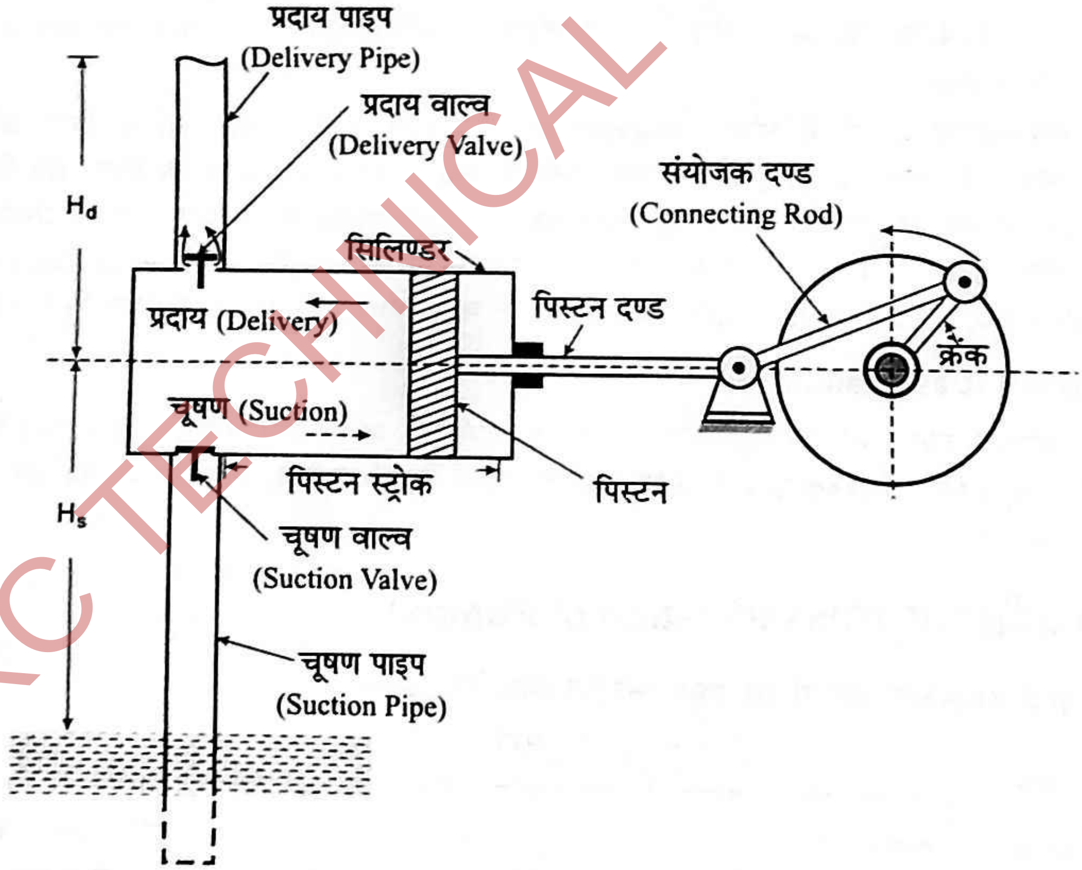
धनात्मक विस्थापन पम्प में उसके अंग के विस्थापन के द्वारा ही द्रव का विस्थापन होता है तथा दाब उत्पन्न होता है।

प्रत्यागामी पम्प में धनात्मक विस्थापन उसके पिस्टन या मज्जक या प्लंजर (जब पिस्टन की लम्बाई उसके स्ट्रोक से अधिक होती है तो वह प्लंजर (Plunger) कहलाता है) के आगे-पीछे या ऊपर-नीचे चलने से होता है; जबकि घूर्णन पम्प (Rotary Pump) में यह विस्थापन उसकी घूर्णन गति द्वारा प्राप्त होता है।

गतिज दाब पम्प द्वारा द्रव का दाब उसकी गति द्वारा प्राप्त किया जाता है। अपकेन्द्री पम्प में द्रव को उठाने का स्तम्भ अपकेन्द्री बल (Centrifugal Force) द्वारा तथा नोदक पम्प (Propeller Pump) में उसके नोदक के फलकों (Vanes) द्वारा प्राप्त होता है। नोदक पम्प (Propeller Pump) कपलान टरबाइन (Kaplan Turbine) का विलोम है, इसे अक्षीय प्रवाह पम्प (Axial Flow Pump) भी कहते हैं।

प्रत्यागामी या पश्चाग्र पम्प (Reciprocating Pump) का सिद्धान्त

प्रत्यागामी पम्प में मुख्यत: एक सिलिण्डर होता है जिसमें एक द्रव-रोधी (Liquid Tight) पिस्टन या प्लंजर आगे-पीछे गति करता है, चित्र 4.2 के अनुसार। पिस्टन को आगे-पीछे गति कराने के लिए इसको आवश्यकता अनुसार पिस्टन दण्ड, संयोजक दण्ड तथा क्रेंक (Crank) द्वारा किसी प्रथम चालक (Prime Mover) या द्वितीय चालक से सम्बन्धित कर दिया जाता है। प्रत्यागामी पम्प साधारणतया कम गति पर कार्य करते हैं, इसीलिए इन्हें प्राय: विद्युत-मोटर



चित्र 4.2

से पट्टे (Belt) आदि की सहायता से युग्मित (Coupled) किया जाता है। सिलिण्डर में एक चूषण पाइप (Suction Pipe) और प्रदाय पाइप (Delivery Pipe) लगे होते हैं। ये दोनों वाल्व एकतरफा होते हैं अर्थात् इनसे पाइपों में केवल एक ओर ही द्रव प्रवाहित हो सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

पिस्टन के एक ओर जाने से सिलिण्डर में निर्वात दाब (Vacuum Pressure) उत्पन्न हो जाता है जिससे चूषण वाल्व खुलता है और चूषण पाइप में द्रव ऊपर चढ़कर सिलिण्डर में आ जाता है। चूषण के समय सिलिण्डर में दाब 2.5 मीटर जल से कम नहीं होना चाहिए क्योंकि इससे कम पर जल का वाष्पीकरण प्रारम्भ हो जाता है।

जब पिस्टन दूसरी ओर चलता है तो यह सिलिण्डर में चूषित द्रव को दबाता है जिससे चूषण वाल्व बन्द हो जाता है तथा प्रदाय वाल्व खुल जाता है। जैसे-जैसे पिस्टन द्रव को दबाता जाता है, द्रव प्रदाय पाइप में प्रवाहित होता जाता है।

प्रत्यागामी पम्प की रचना (Construction)

प्रत्यागामी पम्प के मुख्य अंग सिलिण्डर, पिस्टन तथा वाल्व आदि हैं।

(अ) सिलिण्डर (Cylinder)

यह सामान्यत: ढलवाँ लोहे का बना होता है और आवश्यकतानुसार उपयुक्त प्रकार के आधार से जुड़ा रहता है। सिलिण्डर के अन्दर पिस्टन या मज्जक अच्छी प्रकार द्रव-रोधी बनाकर फिट किया जाता है। सिलिण्डर में ही पिस्टन आगे-पीछे गति करता है। सामान्यत: सिलिण्डर पर ही प्रवेश (Inlet) तथा निकास (Discharge) वाल्व लगे रहते हैं। बकेट प्रकार के पम्पों में निकास वाल्व पिस्टन पर लगा होता है। इन वाल्वों पर ही चूषण तथा प्रदाय पाइप लगे होते हैं।

सिलिण्डर में पिस्टन या प्लंजर (Plunger) के एक ओर से दूसरी ओर द्रव प्रवाह को रोकने के लिए पिस्टन, प्लंजर या सिलिण्डर पर पेकिंग (Packing) लगायी जाती है। सिलिण्डर से बाहर पिस्टन दण्ड (Piston rod) से होकर द्रव के क्षरण (Leakage) को रोकने के लिए भी ग्लेंड आदि का प्रयोग करते हैं। पिस्टन पम्प के सिलिण्डर के अन्दर पीतल या काँसे (Bronze) का अस्तर (Lining) लगा रहता है।

(ब) पिस्टन (Piston)

सामान्यत: पिस्टन ढलवाँ लोहे (Cast Iron) के बने होते हैं। पिस्टन सिलिण्डर के अन्दर पश्चाग्र गति करता है। द्रव के क्षरण को रोकने के लिए पिस्टन पर रेशेदार पेकिंग (Fiberous Packing) के छल्ले भी चढ़े रहते हैं।

एक ओर पिस्टन, ढिबरी की सहायता से, पिस्टन दण्ड से जुड़ा रहता है जो सिलिण्डर से बाहर निकलकर पिस्टन को पश्चाग्र गति के लिए किसी युक्ति से जुड़ी रहती है। यह युक्ति क्रॉस हेड, संयोजक दण्ड तथा क्रेंक से बनती है। सीधे संयोजित (Directly Couple) पम्पों में पिस्टन दण्ड सीधे ही भाप इन्जन की पिस्टन दण्ड से जुड़ी होती है जिससे यह सीधे पश्चाग्र गति प्राप्त करती है।

(स) वाल्व (Valve)

लगभग सभी प्रकार के प्रत्यागामी पम्पों पर चकती वाल्व (Disc valve) बहुत प्रचलित है। यह वाल्व रबड़ की एक चकती है जिसके केन्द्र पर एक छेद होता है। छेद की सहायता से ही यह बोल्ट द्वारा निर्देशित होकर अपनी सीट से उठता तथा स्प्रिंग दाब द्वारा वापस अपनी शीट पर आता है। गर्म द्रवों के लिए धातु के बने वाल्व प्रयोग किए जाते हैं।

रबर वाल्वों को मजबूत बनाने के लिए ये धातु की टोपी में लगाकर प्रयोग किए जाते हैं। गाढ़े तरलों के लिए बॉल (Ball) के आकार के खोखले तथा काँसे के बने वाल्व प्रयोग करते हैं। कभी-कभी इन वाल्वों को लोहे या सीसे पर रबर चढ़ाकर भी बनाया जाता है।

प्रत्यागामी पम्प को चालू करना

प्रत्यागामी पम्प को चालू करने के लिए सर्वप्रथम उसके स्नेहन (Lubrication) प्रबन्ध का भली-भाँति निरीक्षण करना चाहिए तथा यथास्थानों पर तेल और ग्रीस भरना चाहिए।

इसके पश्चात् चूषण पाइप तथा सिलिण्डर में स्थित हवा को निकालना चाहिए। हवा को सिलिण्डर तथा चूषण पाइप में पानी भरकर निकाल दिया जाता है। यह क्रिया पिन्हाना (Priming) कहलाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

अब पहले पम्प को धीमी गति से चलाइए, फिर धीरे-धीरे गति बढ़ाते जाइए और कुछ समय पश्चात पूरी गति पर चला दीजिए।

प्रत्यागामी पम्प की क्षमता (Capacity)

प्रति इकाई समय में पम्प द्वारा प्रदत्त (Delivered) द्रव का आयतन उसकी क्षमता कहलाता है। इसकी इकाई सेमी^{3}/सेकण्ड, मी^{3}/सेकण्ड तथा लीटर/सेकण्ड आदि प्रयोग की जाती हैं।

प्रत्यागामी पम्प द्वारा प्रदत्त (delivered) आयतन या उसकी क्षमता (Capacity) दाब पर निर्भर नहीं करती, वरन् उसकी गति बदलने से परिवर्तित होती है।

प्रत्यागामी पम्प के उपयोग (Uses)

कम क्षमता तथा उच्च शीर्षों (High Heads) या दाब के लिए प्रत्यागामी पम्पों का प्रयोग किया जाता है। प्रत्यागामी पम्प को वायु-दाब निकायों (Pneumatic Pressure Systems), छोटे बॉयलर में पानी भेजने तथा हल्के तेलों के लिए प्रयोग करते हैं। तेल छिद्रण (Oil Drilling) क्रियाओं में भी इसका सामान्य प्रयोग होता है। घरों आदि में इसका उपयोग हस्त पम्प (Hand Pump) तथा तेल के पम्प के रूप में होता है।

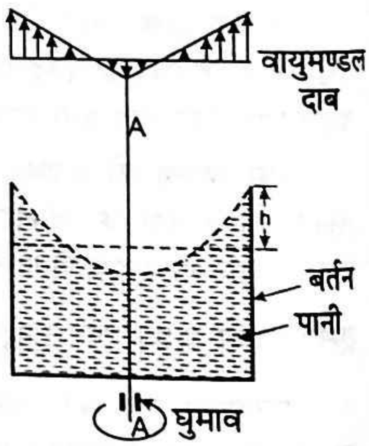
अपकेन्द्री पम्प (Centrifugal Pump)

1. परिचय

अपकेन्द्री पम्प, गतिज दाव पम्प (Dynamic Pressure Pump) होते हैं तथा अपनी क्रिया के लिए अपकेन्द्री बल पर निर्भर करते हैं। लगातार प्रदाय तथा कम अनुरक्षण के कारण आजकल इनका अत्यधिक प्रयोग होता है।

2. सिद्धान्त (Principle)

चित्र 4.3 के अनुसार यदि किसी बेलनाकार वर्तन में पानी भरकर उसे केन्द्रीय ऊर्ध्व अक्ष $A-A$ पर घुमाया जाए तो द्रव का स्वतन्त्र तल जो पहले क्षैतिज था, अब वक्र हो जाता है। घूमने के कारण द्रव पर अपकेन्द्री बल लगता है जो उसे वर्तन की परिधि की ओर फेंकता है। क्योंकि द्रव वर्तन को पार करके बाहर नहीं जा सकता, अत: यह बर्तन की परिधि की ओर ऊपर उठ जाता है तथा केन्द्र पर द्रव का तल नीचा हो जाता है।



चित्र 4.3

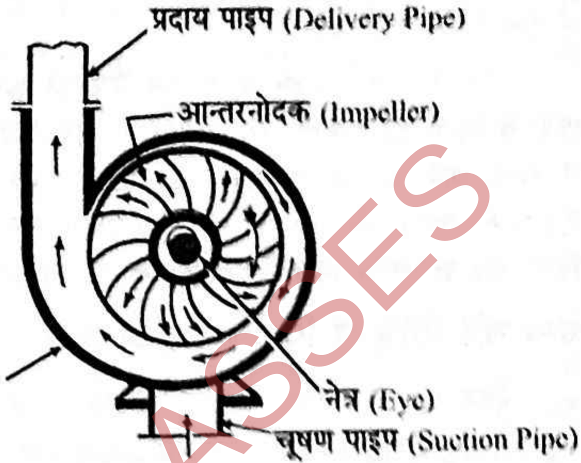
जब अपकेन्द्री वल के कारण द्रव परिधि की ओर जाता है तो केन्द्र पर या उसके निकट आंशिक निर्वात उपजता है तथा वायुमण्डल दाब के कारण द्रव-तल नीचा हो जाता है, परन्तु परिधि की ओर द्रव ऊँचा उठ जाता है। द्रव की इस उड़ान H के कारण उसमें दाव-शीर्ष स्थापित हो जाता है। यह दाब-शीर्ष द्रव के उस स्थान पर गतिज-शीर्ष के वरावर होता है।

अव यदि वर्तन को घुमाते रहें और उसके केन्द्र को द्रव-कुण्ड से सम्बन्धित कर दिया जाए तो लगातार ही आंशिक निर्वात के कारण द्रव केन्द्र पर खिंचता रहेगा तथा लगातार ही द्रव वर्तन की परिधि पर h शीर्ष के साथ प्राप्त होता रहेगा। बर्तन के व्यास पर दाव आरेख चित्र 4.3 में ऊपर दिखाया गया है। अपकेन्द्री पम्प की क्रिया का यही सिद्धान्त है जोकि एक प्रतिवर्तित या रिवर्स्ड प्रतिक्रिया टरबाइन (Reversed Reaction Turbine) के समान है।

AKC TECHNICAL CLASSES

अपकेन्द्री पम्प की रचना तथा क्रिया
(Working and Construction of Centrifugal Pump)

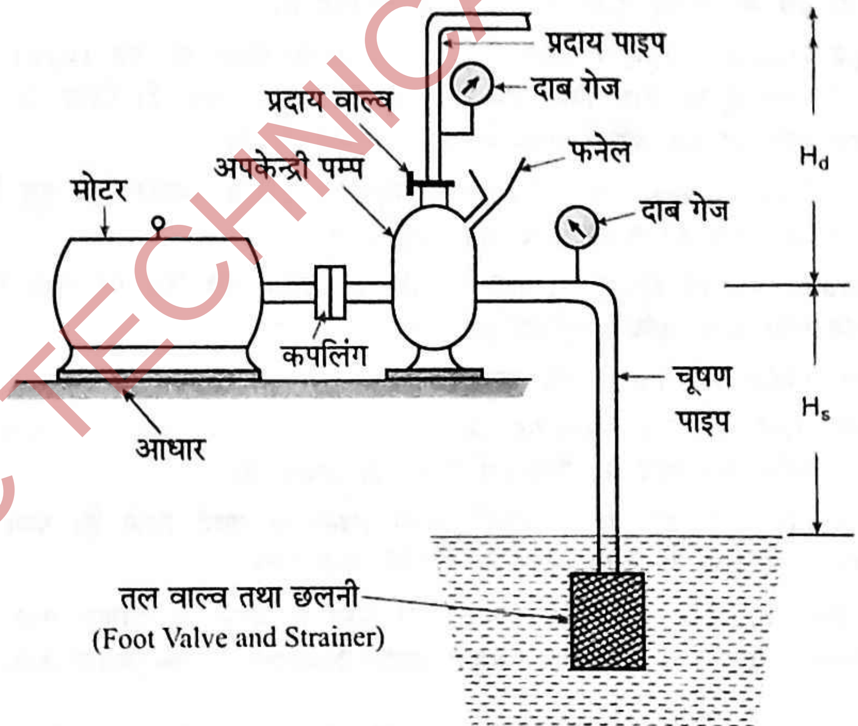
चित्र 4.4 में अपकेन्द्री पम्प की सरल रचना में उसके प्रमुख अंग प्रदर्शित किए गए हैं। इसके प्रमुख अंग, (i) आन्तरनोदक या इम्पेलर (Impeller), (ii) आवरण या केसिंग (Casing), तथा (iii) चूषण पाइप, प्रदाय पाइप, वाल्व तथा पैकिंग आदि हैं। चित्र 4.5 में अपकेन्द्री पम्प की पूर्ण रचना में विभिन्न अंग तथा फिटिंग्स दिखाये गये हैं।



चित्र 4.4

क्रिया (Operation)

पम्प में आन्तरनोदक के केन्द्र पर द्रव प्रवेश करता है और इस प्रवेश को नेत्र (Eye) कहते हैं। इसलिए इसी स्थान पर चूषण पाइप लगा रहता है। शंखावर्त आवरण के निकास पर प्रदाय पाइप लगा होता है और यही से द्रव बाहर निकलता है। चलाने से पहले इस पम्प में से हवा को बाहर निकालना आवश्यक है, इसीलिए पम्प में पिन्हान (Priming) की जाती है। अतः पम्प के चूषण पाइप तथा आवरण आदि में द्रव भरा जाता है। इस प्रकार यह पम्प एक प्रतिवर्ती या रिवर्स्ड प्रतिक्रिया टरबाइन (Reversed Reaction Turbine) की भाँति द्रव से भरकर क्रिया करता है।



चित्र 4.5 : अपकेन्द्री पम्प के अंग तथा फिटिंग्स

विद्युत मोटर या किसी प्रथम-चालक (Prime Mover) की सहायता से आन्तरनोदक को घुमाया जाता है। अपकेन्द्री बल (Centrifugal Force) से आन्तरनोदक के केन्द्र का पानी उसकी परिधि की ओर जाता है जिससे केन्द्र पर आंशिक निर्वात (Partial Vaccum) उत्पन्न हो जाता है। फलस्वरूप चूषण पाइप का द्रव आन्तरनोदक के केन्द्र या नेत्र की ओर प्रवाहित होने लगता है। जब द्रव आन्तरनोदक की परिधि से आवरण में आता है तो उसमें पर्याप्त गतिज

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा (Kinetic Energy) तथा कुछ दाब ऊर्जा भी होती है। जैसे-जैसे यह द्रव आवरण में आगे की ओर प्रवाहित होता है, आवरण के बढ़ते हुए काट के क्षेत्रफल के कारण द्रव की गतिज-ऊर्जा दाब-ऊर्जा में बदलती जाती है। इस प्रकार आवरण के निकास तक पहुँचने पर द्रव काफी दाब-ऊर्जा ग्रहण कर लेता है, जिससे वह प्रदाय पाइप में ऊपर चढ़ता है या दाब से प्रवाहित होता है।

पम्प के चूषण पाइप के निचले सिरे पर छलनी (Strainer) तथा तल वाल्व भी लगा होता है। छलनी के कारण, पानी में मिली हुई गन्दगी जैसे पत्तियाँ, कीचड़ आदि चूषण पाइप में प्रवेश नहीं कर पाते। यदि इस प्रकार की गन्दगी पम्प में चली जाए तो आन्तरनोदक को हानि पहुँचती है तथा उसके कार्य में वाधा पड़ती है। तल वाल्व (Foot Valve) एकतरफा वाल्व होता है, जो चूषण पाइप में खुलता है। इस प्रकार एक बार पम्प को चलाने के पश्चात यदि उसे रोक दिया जाए तो चूषण पाइप में द्रव भरा रहेगा। अत: दोबारा चलाने के लिए उसमें द्रव भरने की आवश्यकता नहीं पड़ेगी।

पम्प की विभिन्न फिटिंग्स तथा अंग

चित्र 4.5 के अनुसार पम्प के विभिन्न अंग तथा फिटिंग्स और उनका संक्षिप्त विवरण इस प्रकार है—

1. **विद्युत मोटर**—इसे पम्प आन्तरनोदक को घुमाने तथा शक्ति देने के लिए प्रयोग किया जाता है। मोटर के स्थान पर अन्य प्रथम चालक जैसे भाप या तेल इन्जन आदि भी प्रयोग किए जा सकते हैं।
2. **कपलिंग** (Coupling)—इसके द्वारा मोटर तथा आन्तरनोदक की शाफ्टों को संयोजित किया जाता है।
3. **आन्तरनोदक या इम्पेलर** (Impeller)—यह पम्प का घूमने वाला अंग है जो द्रव को घुमाने का काम करता है। आन्तरनोदक स्थिर आवरण में घूमता है।
4. **आवरण या केसिंग** (Casing)—इसके अन्दर आन्तरनोदक घूमता है और आवरण के विशेष प्रवाह मार्ग के कारण ही द्रव की गतिज ऊर्जा दाब ऊर्जा में बदलती है।
5. **चूषण पाइप** (Suction Pipe)—इसका एक सिरा आन्तरनोदक के नेत्र (Eye) पर आवरण के साथ जुड़ा रहता है तथा दूसरा सिरा निम्न द्रव तल के नीचे डूबा रहता है। क्रिया के अन्तर्गत इस पाइप के द्वारा ही निम्न तल का द्रव आन्तरनोदक के नेत्र तक पहुँचता है।
6. **तली वाल्व** (Foot Value)—यह वाल्व चूषण पाइप के द्रव के अन्दर डूबे हुए सिरे पर लगा रहता है तथा पाइप में आये द्रव को वापस नीचे नहीं आने देता।
7. **छलनी** (Strainer)—यह भी चूषण-पाइप के द्रव के अन्दर डूबे सिरे पर लगी रहती है और पाइप के अन्दर कीचड़ तथा घास आदि अशुद्धियों को प्रविष्ट नहीं होने देती।
8. **प्रदाय पाइप** (Delivery Pipe)—यह पम्प के प्रदाय तथा द्रव उपयोग के स्थान को जोड़ता है।
9. **प्रदाय वाल्व** (Delivery Valve)—यह प्रदाय पाइप तथा पम्प के प्रदाय के बीच लगा रहता है। इसके द्वारा द्रव की निर्गत तथा शीर्ष का नियन्त्रण किया जा सकता है।
10. **फनेल** (Funnel)—यह आवरण के सबसे ऊपरी स्थान पर लगी रहती है। पम्प की प्राइमिंग के लिए इसमें से होकर द्रव पम्प में डाला जाता है।
11. **दाब गेज** (Pressure Gauge)—चूषण पाइप पर पम्प में प्रवेश के निकट तथा प्रदाय पाइप में प्रदाय वाल्व के पश्चात एक-एक दाब गेज लगायी जाती है। इनसे द्रव के प्रवेश तथा निकास का दाब ज्ञात होता है।
12. **आधार** (Base)—सुबाह्य बनाने के लिए पम्प तथा मोटर को एक ही आधार पर स्थापित कर दिया जाता है। फिर उपयोगिता के स्थान पर इस आधार को उपयुक्त स्थिति में स्थापित किया जाता है।
13. **पैकिंग, ग्लैंड तथा भरण बॉक्स** (Packing, Glands and Stuffing Box)—पूर्ण पम्प संयोजन (Assembly) में विभिन्न जोड़ स्थानों पर इनके प्रयोग से द्रव का क्षरण (Leakage) रोका जाता है।

अपकेन्द्री पम्पों के उपयोग

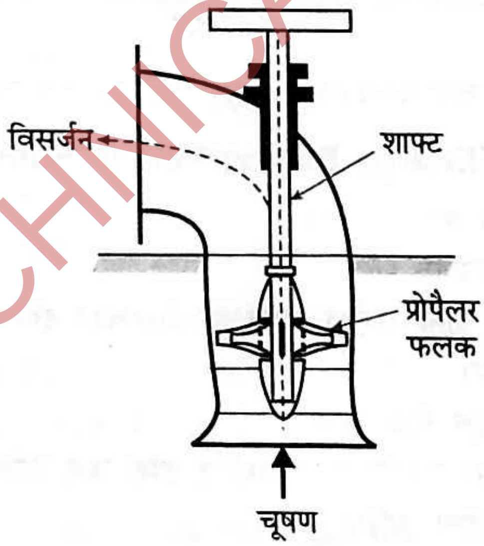
AKC TECHNICAL CLASSES

अधिक क्षमता, लगातार प्रदाय, कम रख-रखाव, सरल चालन, अपेक्षाकृत छोटा साइज़ तथा उच्च गति पर चलाये जा सकने के कारण इन पम्पों का आजकल लगभग सभी क्षेत्रों में अत्यधिक प्रयोग हो रहा है। उदाहरणतया, द्रव-चालित मशीनों (क्रेन, लिफ्ट, एलीवेटर आदि), बॉयलर में पानी भरने, वायुयानों के ईंधन तन्त्रों, गैस टरबाइनों में तथा रॉकेट मोटरों में ईंधन भेजने, खानों में पानी के लिए, आग बुझाने के लिए, नगरों के जल सम्भरण, सिंचाई कार्यों, सीवर कार्यों तथा अन्य औद्योगिक क्रियाओं में जल या द्रव के स्थानान्तरण आदि के लिए इन पम्पों का प्रमुख रूप से उपयोग किया जाता है।

नोदक या प्रोपैलर पम्प (Propeller Pumps)

नोदक या प्रोपैलर पम्प को अक्षीय प्रवाह (Axial Flow) पम्प भी कहते हैं। इनके अन्तरनोदक पर प्रोपैलर जैसे कई फलक होते हैं। चित्र 4.6 के अनुसार इनमें द्रव बिना अपनी दिशा में परिवर्तन किए शाफ्ट की अक्ष के समान्तर वहता है। आन्तरनोदक के घूमने से इसके फलकों (Vanes) के द्वारा गतिज उत्थाप (Hydraulic Lift) उत्पन्न होती है जो द्रव को ऊपर उठाती है। इसे कपलान पम्प भी कहते हैं क्योंकि नोदक पम्प कपलान टरबाइन का विलोम है। बड़े नोदक पम्पों के फलक समंजनशील होते हैं। इस प्रकार फलकों को आवश्यकतानुसार समंजित करके इनका विसर्जन स्थिर गति पर बदला जा सकता है। इससे पम्प की दक्षता में भी कमी नहीं होती।

ये पम्प कम शीर्ष (20 m तक) पर अधिक विसर्जन (0.1 से 30m^3/s) की क्षमता वाले उपलब्ध होते हैं। नोदक पम्प डिजाइन में सरल, रचना में संहत (Compact), भार में हल्के तथा 90% तक दक्षता वाले होते हैं। इनका चूषण शीर्ष कम होता है तथा यह गन्दे पानी के लिए भी उपयुक्त हैं। ये पम्प सिंचाई कार्यों, निकासी कार्यों (Drainage) (बाढ़ आदि के समय) तथा सीवेज कार्यों में अधिक प्रयोग किये जाते हैं।



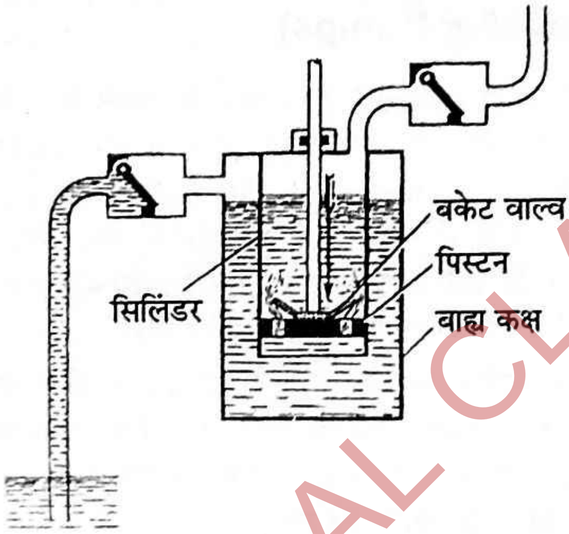
चित्र 4.6 : नोदक या प्रोपैलर पम्प

स्वतः पिन्हनित पम्प (Self-Primed Pumps)

ये वह पम्प हैं जो स्वतः ही पिन्हनित रहते हैं। एक स्वतः पिन्हनित प्रत्यागामी बकेट पम्प के मुख्य अंग चित्र 4.7 में दर्शाये गये हैं। इस पम्प में एक सिलिण्डर होता है जिसका निचला भाग एक बाह्य कक्ष में खुला रहता है। चित्रानुसार यह कक्ष चूषण पाइप से, ऊपरी भाग में सम्बन्धित होता है। इस प्रबन्ध में बाह्य कक्ष में सदैव पानी भरा रहता है। जब पिस्टन नीचे जाता है तो बकेट वाल्व खुला रहता है और पिस्टन के ऊपरी भाग में पानी आ जाता है। इस समय बाह्य कक्ष के जल-तल में कोई अन्तर नहीं आता है। जब पिस्टन ऊपर ऊठता है तो सिलिण्डर में बाह्य कक्ष का पानी प्रवेश करता है जिससे इस कक्ष का जल-तल नीचे आता है और आंशिक निर्वात के कारण चूषण पाइप में पानी चूषित होकर

इस कक्ष में प्रवेश करता है। इसी समय प्रदाय पम्प में पिस्टन के ऊपर का पानी आता है। इस प्रकार के प्रबन्ध वाले पाइप को साइफन पम्प भी कहते हैं।

कुछ पम्पों में निर्वात (vacuum) उत्पन्न करने वाली युक्तियाँ (devices) जैसे निर्वात पम्प, निष्कासन (ejector) आदि लगायी जाती हैं। कुछ पम्पों में अनेक प्रदाय तथा चूषण पाइपों को आवरण के ऊपरी तल से ऊपर सम्बन्धित करने का प्रबन्ध होता है। इस प्रकार पम्प को रोकने पर कुछ पानी सदैव पम्प में शेष रह जाता है जो दोबारा पम्प चलानें में सहायक होता है।



चित्र 4.7

अपकेन्द्री पम्प में चूषण पाइप का तली वाल्व (foot valve) भी पिन्हाने में सहायक होता है।

पम्प में ऊर्जा बचत के उपाय (Energy Saving Tips in Pumps)

(1) उपयोग के लिये सही पम्प का चयन करें।
(2) सही साइज के पम्प का उपयोग करें।
(3) सही ट्रिम का उपयोग करें ताकि कंट्रोल वाल्व पर होने वाले ह्रास से बचा जा सके।
(4) दाब ह्रास कम होना चाहिए।
(5) सही साइज का कंट्रोल वाल्व होना चाहिए।
(6) चर गति चालन (VSD) का उपयोग करना चाहिए ताकि कम ऊजा खर्च हो।
(7) पम्प का रख-रखाव सही होना चाहिए।
(8) अधिक दक्षता वाले पम्प का उपयोग करना चाहिए ताकि कम ऊर्जा खर्च हो।
(9) अनेक पम्पों का उपयोग करें, ऊर्जा बचेगी।
(10) अनावश्यक उपयोग न करें।

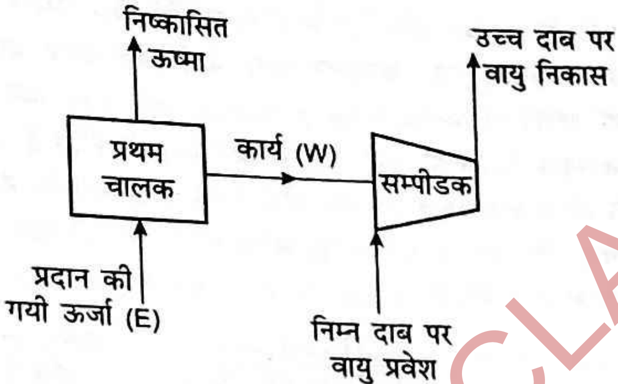
वायु सम्पीडक (Air Compressors)

''एक सम्पीडक का प्रमुख कार्य किसी तरल (प्राय: गैस अथवा वायु) की निश्चित मात्रा को संपीडित करके वांछित दाब पर आपूर्ति करना है।''

"The function of a compressor is to compress a definite quantity of fluid (usually gas or air) and deliver it at a required pressure".

AKC TECHNICAL CLASSES

वायु-सम्पीडक में वायु को सम्पीडित करके उसे वायुमण्डल से अधिक दाब पर सप्लाई किया जाता है। क्रिया के अन्तर्गत वायु-सम्पीडक वायुमण्डल से वायु को चूषित (suck) करता है और उसे उच्च दाब पर सम्पीडित करके स्टोरेज-वैसल (storage vessel) में भेजता है। स्टोरेज-वैसल से सम्पीडित वायु को पाइप लाइन के सहारे अन्यत्र ले जाया जा सकता है, जहाँ उसका उपयोग किया जाता है। वायु को संपीडित करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊर्जा एक प्रथम चालक (Prime mover) के माध्यम से प्रदान की जाती है। प्रथम चालक सम्पीडक पर कार्य करके उसे गति प्रदान करता है। यह प्रथम चालक विद्युत मोटर अथवा अन्तर्दहन इंजन कोई भी हो सकता है। वायु सम्पीडक के क्रिया सिद्धान्त को चित्र 4.8 द्वारा प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 4.8 : वायु सम्पीडक का क्रिया सिद्धान्त

वायु-सम्पीडक इकाई के मूल अवयव (Basic element of a air compressor unit)

वायु-सम्पीडक इकाई में तीन मूल अवयव होते हैं—

(1) वायु का सम्पीडन करने के लिए एक वायु-सम्पीडक।

(2) सम्पीडक को गति प्रदान करने के लिए बाह्य शक्ति का स्रोत अर्थात् प्राइम-मूवर (Prime mover)। (विद्युत मोटर या अन्तर्दहन इन्जन)

(3) सम्पीडित वायु को एकत्रित करने के लिए एक स्टोरेज वैसल।

संपीडित वायु के प्रयोग (Uses of compressed air)

संपीडित वायु के प्रमुख प्रयोग निम्न हैं—

(1) छोटे इंजनों विशेषकर पोर्टेबल इंजनों को ऊर्जा/शक्ति प्रदान करने के लिए—

(a) फैक्ट्रियों में मशीन औजारों को चलाने के लिए,

(b) सड़क निर्माण कार्यों में ड्रिलमशीनों तथा हैमरों (hammers) को चलाने के लिए,

(c) खनन (mining) क्रियाओं के लिए,

(d) बस, ट्रक तथा ट्रेन आदि में ब्रेक लगाने के लिए,

(e) पानी के पंप चलाने तथा स्प्रे पेन्टिंग (spray painting) करने में,

(f) डीजल इंजन चलाने में।

(2) ब्लास्ट भट्टी (Blast furnace) तथा स्टील संयंत्र (steel plant) के बैसीमर कन्वर्टर (Bessemer converter) में धातुओं को गलाने के लिए

(3) जटिल प्रकार की ढलाइयों (Intricate castings) को साफ करने के लिए,

(4) वायुयान में, गैस टरबाइनों को चलाने के लिए,

(5) बड़े अन्तर्दहन इंजनों में समार्जन एवं सुपर चार्जिंग (scavenging and supercharging) के लिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

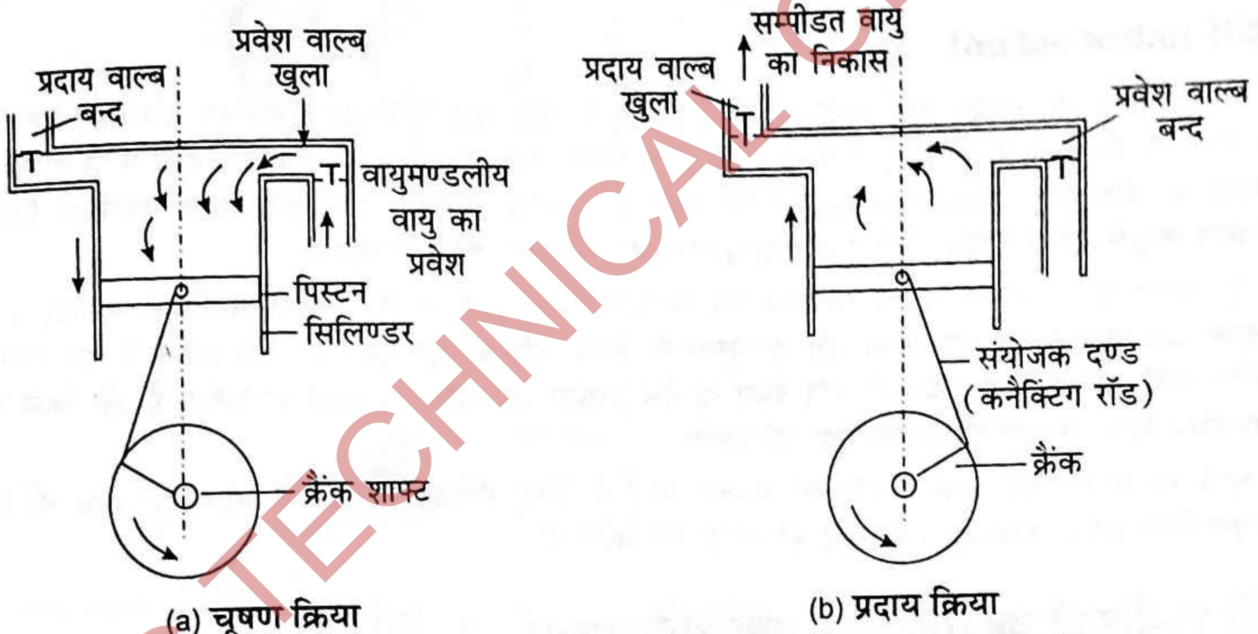
दाब पर होता है, फिर दूसरे सिलिण्डर में उच्च दाब पर होता है। इस आधार पर सम्पीडक के सिलिण्डरों को क्रमशः निम्न-दाब (low pressure or L.P.) सिलिण्डर तथा उच्च दाब (high pressure or H.P.) सिलिण्डर कहते हैं।

एकल अवस्था सम्पीडकों में सम्पीडित वायु का दाब 10 बार तक प्राप्त होता है जबकि बहु-अवस्था सम्पीडकों में 200 बार तक सम्पीडित वायु प्राप्त हो सकती है। वायु सम्पीडकों की पिस्टन-गति भी सीमित होती है। इसकी अधिकतम सीमा 300 मीटर प्रति तक हो सकती है।

एकल क्रिया, एक-अवस्था पश्चाग्र वायु सम्पीडक की कार्यप्रणाली (Working principle of single acting, single stage reciprocating air compressure)

चित्र 4.10 (a, b) में एक एकल क्रिया, एकल-अवस्था पश्चाग्र वायु सम्पीडक की कार्य प्रणाली को सरलतम रूप से प्रदर्शित किया गया है। इसके प्रमुख अंग सिलिण्डर, पिस्टन, प्रवेश तथा प्रदाय वाल्व हैं।

पिस्टन की पश्चाग्र गति एक प्रथम चालक (विद्युत मोटर अथवा अन्तर्दहन इन्जन) से प्राप्त होती है। प्रथम चालक सम्पीडक के साथ पुली व बेल्ट के माध्यम से जुड़ा रहता है। प्रथम चालक क्रैंक शाफ्ट को घुमाऊ गति प्रदान करता है। यह गति क्रैंक तथा संयोजक दण्ड के माध्यम से पिस्टन तक पहुँचती है तथा पिस्टन पश्चाग्र गति करता है। सिलेण्डर-शीर्ष में स्प्रिंग ऑपरेटिड प्रवेश तथा प्रदाय वाल्व लगे होते हैं।



चित्र 4.10 : एकल क्रिया, एकल अवस्था पश्चाग्र वायु सम्पीडक का सरल रेखाचित्र

सम्पीडक के एक क्रिया-चक्र में तीन क्रियायें होती हैं, अर्थात् वायु का चूषण (suction), सम्पीडन (compression) गैर प्रदाय (delivery)। ये क्रियायें पिस्टन के दो स्ट्रोक और क्रैंक शाफ्ट के एक चक्कर में पूर्ण होती हैं। क्रिया के अन्तर्गत, चूषण स्ट्रोक में पिस्टन जब नीचे को गति (Downward motion) (चित्र 4.10(a)) करता है, तब सिलिण्डर में दाब का मान घटकर वायुमण्डलीय दाब से कम हो जाता है। इस प्रकार उत्पन्न दाब-अन्तर में प्रवेश वाल्व (I.V.) खुल जाता है और सिलिण्डर में वायु चूषित होती है। सिलिण्डर में वायु का चूषण प्रवेश दाब डाउनवर्ड स्ट्रोक के पूर्ण होने तक लगातार होता रहता है। पिस्टन जब **सम्पीडन-स्ट्रोक** के लिये ऊपर को (Upward) गति करता है, तब सिलिण्डर में वायु का दाब बढ़ने लगता है और प्रदाय-दाब तक पहुँच जाता है। अब प्रदाय-वाल्व (delivery valve or D.V.) खुलता है और वायु की डिलीवरी वायु-कन्टेनर या रिसीवर में होती है। सम्पीडन-स्ट्रोक के अन्त में वायु की कुछ मात्रा पिस्टन और सिलिण्डर शीर्ष के बीच अन्तराल स्थान (clearance space) में उच्च दाब पर बची रहती है। पिस्टन जब चूषण-स्ट्रोक के लिये गति करता है, तब इस बची हुई वायु का प्रसार होता है तथा स्ट्रोक की किसी स्टेज

AKC TECHNICAL CLASSES

पर वायु का दाब वायुमण्डीय दाब से कम हो जाता है। फलस्वरूप प्रवेश-वाल्व खुलता है और ताजा वायु सिलिण्डर में चूषित होती है। इस प्रकार यह चक्र पुन: चालू हो जाता है।

सम्पीडक में वायु-सम्पीडन के दौरान वायु का तापमान लगातार बढ़ता है। अत: सिलिण्डर और वायु को ठण्डा करने के लिए सिलिण्डर-ब्लॉक में वाटर-जैकेट के पानी को ऊष्मा अन्तरित होती रहती है। निम्न क्षमता वाले सम्पीडकों में शीतलन क्रिया को प्रभावी बनाने के लिए सिलिण्डर के बाहर फिन्स बनाये जाते हैं। फिन्स में एकत्रित हुई प्राकृतिक वायु सिलिण्डर की ऊष्मा ग्रहण कर अपने साथ ले जाती है।

सम्पीडक के विभिन्न चल-अंगों के स्नेहन की आवश्यकता भी होती है। अत: क्रैंक केस में स्नेहक-तेल (lubricating oil) भरा जाता है और स्प्लैश विधि से विभिन्न अंगों की स्नेहन क्रिया होती है। इसमें एक गतिपाल पहिया (fly-wheel) भी लगा होता है जो सम्पीडक को एकसमान गति प्रदान करता है। सुरक्षा की दृष्टि से एक रिलीफ वाल्व (relief valve) भी लगा होता है, जो विसर्जन दाब को सीमित रखता है।

द्वि-क्रिया पश्चाग्र सम्पीडकों में चूषण, सम्पीडन और प्रदाय (delivery) क्रियायें पिस्टन के दोनों सिरों पर होती हैं। अत: यह सम्पीडक एकल क्रिया सम्पीडक की तुलना में दुगनी मात्रा में वायु की सप्लाई करते हैं।

घूर्णी-सम्पीडक (Rotary Compressors)

परिचय (Introduction)

हम जानते हैं कि पश्चाग्र वायु सम्पीडकों में वायु-दाब में वृद्धि एक सिलिण्डर में पश्चाग्र गति करते हुए पिस्टन की सहायता से की जाती है। परन्तु घूर्णी वायु सम्पीडकों में इससे भिन्न क्रिया होती है। इन सम्पीडकों में दो परस्पर छूती हुई सतहों के बीच वायु अवरुद्ध (entrapped) हो जाती है। अवरुद्ध वायु पर सतहों द्वारा दबाव बनाने की क्रिया के फलस्वरूप वायु के दबाव में वृद्धि होती है और उसका विसर्जन, डिलीवरी लाइन में होता है।

तुलनात्मक दृष्टिकोण से पश्चाग्र सम्पीडक की स्लाइडिंग-प्रणाली के स्थान पर घूर्णी सम्पीडकों में रोटर (rotor) एक मुख्य अंग होता है, जो अति उच्च गति पर घूमता है। इसकी गति 40000 rpm तक बढ़ सकती है। इस उच्च गति के कारण घूर्णी-सम्पीडकों को सीधे ही भाप-इंजन या गैस टरबाइन की शाफ्ट से जोड़ा जा सकता है और किसी प्रकार की माध्यमिक गियर-प्रणाली की आवश्यकता नहीं पड़ती।

घूर्णी-सम्पीडक उच्च मात्रा में वायु की सप्लाई करने के लिए उपयुक्त होते हैं जो 3000 m^3/mm की दर से अपेक्षाकृत निम्न दाब (1 MN/m^2) पर वायु की सप्लाई कर सकते हैं।

घूर्णी सम्पीडकों का वर्गीकरण तथा उनके प्रकार (Classification and types of rotary compressors)

घूर्णी-सम्पीडकों का वर्गीकरण मुख्यत: दो प्रकार से किया जा सकता है—

1. धनात्मक-विस्थान सम्पीडक (Positive displacement compressor)
2. अधनात्मक-विस्थापन सम्पीडक (Non-positive displacement compressor)

धनात्मक-विस्थापन सम्पीडक

(1) रूट्स ब्लोअर सम्पीडक (Roots blower compressor)

(2) क्रिसेन्ट या वेन ब्लोअर सम्पीडक (Crescent or Vane blower compressor)

अधनात्मक-विस्थापन सम्पीडक

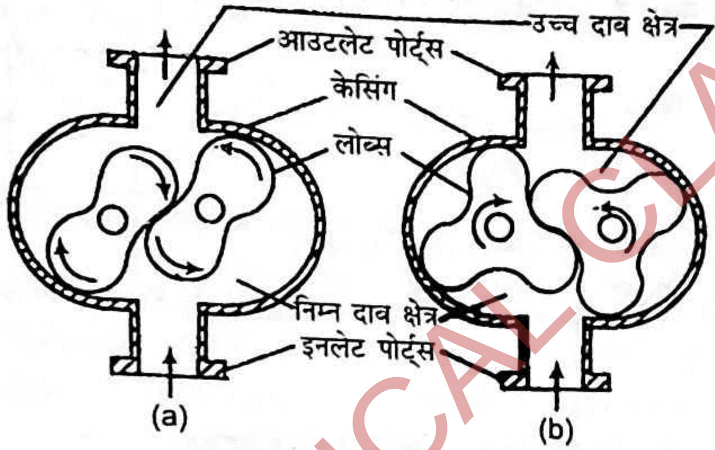
(1) अपकेन्द्री-सम्पीडक (Centrifugal compressor)

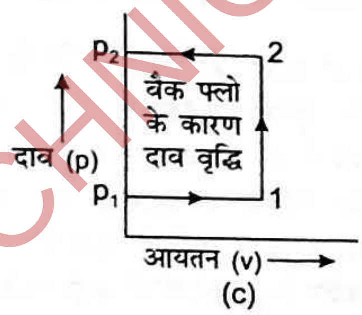
AKC TECHNICAL CLASSES

(2) अक्षीय-प्रवाह सम्पीडक (Axial flow compressor)

रूट्स ब्लोअर-सम्पीडक (Roots Blower compressor)

रूट्स ब्लोअर सम्पीडक एक घूर्णी सम्पीडक है जिसमें वायुमण्डलीय दाब पर वायु प्रवेश करती है और कुछ अधिक दाब पर डिलीवर होती है। रूट्स ब्लोअर सम्पीडक की रचना में दो रोटर होते हैं जिन पर लोब्स (lobs) बने होते हैं। यह रोटर एक वायुरोधी (airtight) **केसिंग** में दो शाफ्टों पर घूमते है। केसिंग में वायु के प्रवेश और निकास के लिये क्रमशः इन्लेट और आउटलेट पोर्ट्स बने होते हैं। रोटरों की क्रिया एक गियर पम्प के समान होती है। गियरों की भाँति यह आपस में मिलकर विपरीत दिशा में घूमते हैं। रोटर कई प्रकार के होते हैं परन्तु सभी प्रकार के रोटरों में दो या तीन लोब्स होते हैं और उनकी क्रिया भी एक-जैसी होती है, जैसाकि चित्र 4.11 (a) और (b) में दिखाया गया है। लोब्स का आकार इस प्रकार का होता है कि अपने सम्पर्क बिन्दु पर ये वायुरोधी जोड़ बनाते हैं।





चित्र 4.11 : रूट्स ब्लोअर सम्पीडक

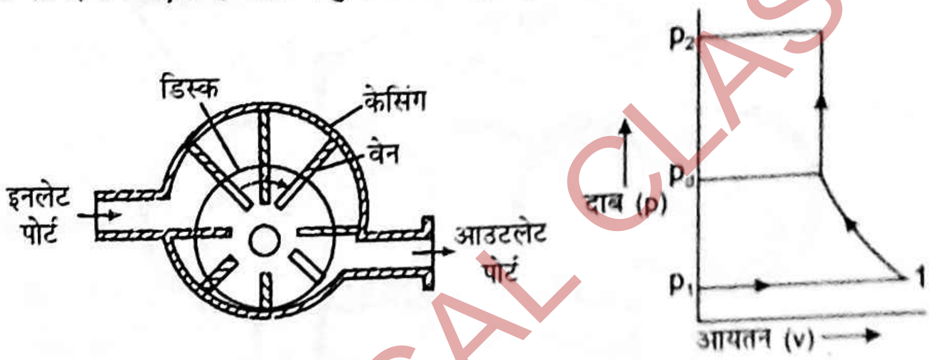
क्रिया के अन्तर्गत दोनों रोटरों में किसी एक को वाह्य स्रोत से यांत्रिक ऊर्जा प्राप्त होती है और दूसरा रोटर पहले रोटर की गति से घूमता है। दोनों रोटर परस्पर गियर प्रणाली से जुड़े होते हैं ओर विपरीत दिशा में घूमते हैं। रोटरों की घुमाव गति के अन्तर्गत वायुमण्डलीय दाव पर वायु का प्रवेश इनलेट पोर्ट्स के माध्यम से केसिंग के अन्दर होता है। लोब्स और केसिंग के बीच रिक्त स्थान में यह वायु अवरुद्ध हो जाती है। लोब्स की घुमाव गति के फलस्वरूप अवरुद्ध वायु डिलीवरी साइड में जाती है और आउटलेट पोर्ट्स से होकर रिसीवर में पहुँचती है। रिसीवर में अधिक से अधिक वायु पहुँचने पर इसका दाब बढ़ता जाता है।

वायु का दाब बढ़ाने के लिए केसिंग में लोब्स क्रिया करती है। घूमती हुई लोब्स निकास पोर्ट्स के मार्ग को बारी-बारी ढकती व खोलती है। निकास पोर्टस के खुलने पर रिसीवर में संचित उच्च दाब वायु की कुछ मात्रा दो लोब्स के बीच रिक्त स्थान या **पॉकेट** (pocket) में समा जाती है। इसे **बैक-फ्लो** (back-flow) क्रिया कहते हैं। रिसीवर के पॉकेट में आने के पश्चात् यह उच्च दाब वायु पॉकेट में अवरुद्ध निम्न दाब वायु के साथ मिल जाती है। इस प्रकार पॉकेट में अवरुद्ध वायु का दाब रिसीवर दाब के बराबर हो जाता है। लोब्स की घूर्णी गति से यह वायु रिसीवर में चली

जाती है। अन्त में उच्चदाब वायु रिसीवर से बाहर उपयोग हेतु डिलीवर होती है। यह विचारणीय है कि लोब्स और केसिंग के बीच पॉकेट में अवरुद्ध वायु के दाब में वृद्धि पूर्णतया वायु के बैक-फ्लो से होती है। जैसा कि चित्र 4.12 (b) में ($p - v$) आरेख पर दिखाया गया है।

वेन ब्लोअर सम्पीडक (Vane blower compressor)

वेन ब्लोअर सम्पीडक की रचना में एक **डिस्क** (disc) होती है जो वायुरोधी केसिंग में अपकेन्द्रीय (eccentrically) स्थिति में घूमती है। केसिंग में वायु के प्रवेश और निकास के लिए इनलेट और आउटलेट पोर्ट्स बने होते हैं। डिस्क पर कुछ खाँचे (slots) बने होते हैं जिनमें वेन्स (vanes) लगी होती हैं। इन खाँचे में वेन्स त्रिज्य दिशा में स्लाइड भी कर सकती हैं। रोटर जब डिस्क को घुमाता है तब वेन्स पर अपकेन्द्रीय-बल क्रिया करता है, जो वेन्स को बाहर की तरफ धकेलता है। फलस्वरूप वेन्स रोटर की सभी कोणीय स्थितियों में केसिंग के सम्पर्क में आती है। इस प्रकार केसिंग पर वेन्स का दबाव बढ़ता है और वायुरोधी **पॉकेट्स** (pockets) बन जाती है। देखें चित्र 4.12 (a)।



(a) (b)

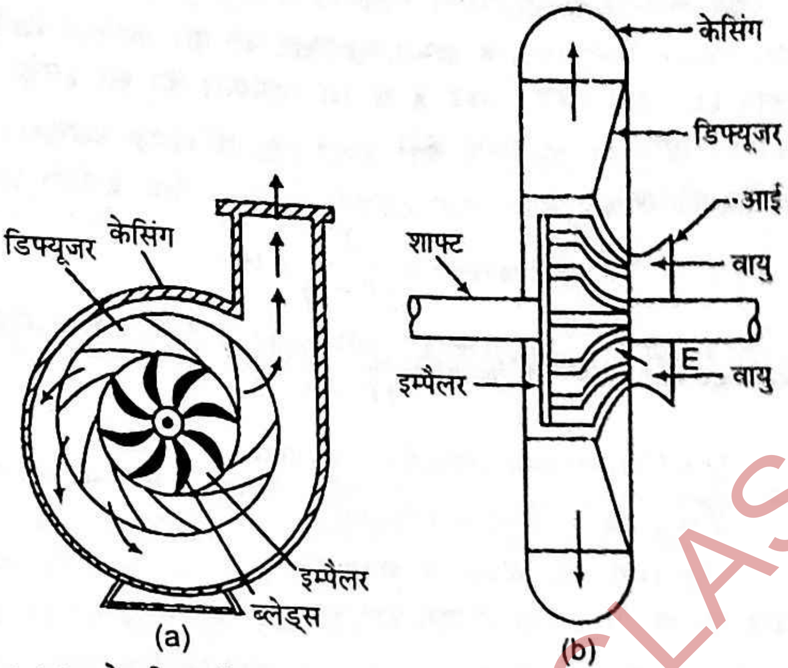
चित्र 4.12 : वेन ब्लोअर-सम्पीडक

डिस्क पर किसी वाह्य स्रोत से यांत्रिक ऊर्जा प्रदान की जाती है। डिस्क जब घूमती है, तब वेन्स और केसिंग के बीच निर्मित पॉकेट्स में वायु अवरुद्ध हो जाती है। घूमती हुई डिस्क अवरुद्ध वायु को सम्पीडित करती है। अपनी घुमाव गति के अन्तर्गत जब वेन निकास मार्ग को खोलती है तब उच्च दाब वायु की कुछ मात्रा पॉकेट में आ जाती है जैसा कि रूट्स-ब्लोअर सम्पीडक में बताया गया है। अतः पॉकेट में अवरुद्ध वायु की दाब वृद्धि सर्वप्रथम वायु के सम्पीडन (compression) से और बाद में उच्च दाब वायु के वैक फ्लो में होती है, जैसाकि चित्र 4.12 (b) में ($p - v$) आरेख में दिखाया गया है। अन्त में उच्च दाब वायु को उपयोग हेतु रिसीवर से वाहर भेजा जाता है।

अपकेन्द्री सम्पीडक (Centrifugal compressor)

अपकेन्द्री सम्पीडक की रचना में एक **घूर्णी रोटर** (rotor) या इम्पैलर (Impeller) होता है, जिस पर अधिक संख्या में **वक्राकार वेन्स** (curved vanes) या **ब्लेड्स** सममित रूप से जुड़े होते हैं। (देखिये चित्र 7.20 (a)) इम्पैलर एक शाफ्ट पर लगा होता है जिसे विद्युत मोटर से घुमाया जाता है। इम्पैलर और शाफ्ट एक विशेष आकार के वायुरोधी **वाल्युट केसिंग** (volute casing) में बन्द होते हैं। शाफ्ट पर लगा इम्पैलर तीव्र गति से घूमता है। इम्पैलर के घूमने से केसिंग में वायु का चूषण **आई** (eye) पर अक्षीय दिशा में होता है। (देखिये चित्र 4.13 (b)) इम्पैलर की उच्च गति से अपकेन्द्री बल (centrifugal force) उत्पन्न होता है जो वायु को बाहर की ओर फेंकता है और उसके दाब को बढ़ाता है। यह वायु फिर **डिफ्यूजर रिंग** (diffuser ring) में प्रवाहित होती है जिसके द्वारा वायु का प्रवाह केसिंग और इम्पैलर के बीच उपलब्ध स्थान में होता है। यह स्थान अपसारी (diverging) होता है जिससे वायु की गतिज ऊर्जा, दाब ऊर्जा में बदल जाती है। यह विचारणीय है कि इम्पैलर में वायु का प्रवेश अक्षीय दिशा में होता है और ब्लेड्स से टकराकर त्रिज्य दिशा में बाहर निकलती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

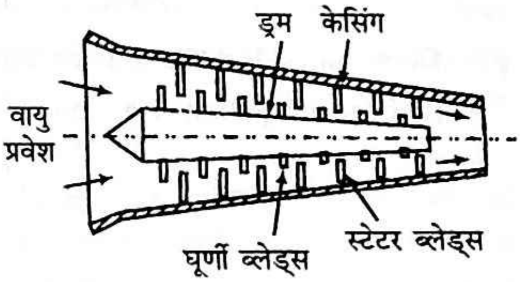


चित्र 4.13 : (a) अपकेन्द्री सम्पीडक का सम्मुख दृश्य, (b) अपकेन्द्री सम्पीडक का साइड दृश्य

अपकेन्द्री सम्पीडक एक-पदीय (single stage) तथा बहुपदीय (multi-stage) होते हैं। अधिक मात्रा में वायु के विसर्जन और उच्च दाब वायु के लिये अपकेन्द्री सम्पीडक का प्रयोग किया जाता है। यह सम्पीडक उच्च गतियों पर कार्य करते हैं। इनकी गति 20000 से 30000 r.p.m. तक हो सकती है। इनका प्रयोग अन्तर्दहन इन्जनों में सुपर-चार्जिंग के लिए तथा गैस टरबाइन प्लान्ट्स में उच्च दाब वायु की सप्लाई के लिये किया जाता है।

अक्षीय प्रवाह सम्पीडक (Axial flow compressors)

एक अक्षीय प्रवाह सम्पीडक की रचना में चल-ब्लेड्स और स्थिर-ब्लेड्स के अनेक पद (stages) होते हैं, जैसाकि चित्र 4.14 में दिखाया गया है। चल-ब्लेड्स एक ड्रम (drum) पर फिट होते हैं और इसके साथ घूमते हैं। स्थिर-ब्लेड्स एक वायुरोधी केसिंग (casing) के अन्दर फिट होते हैं। स्थिर-ब्लेड्स और चल-ब्लेड्स के अनेक पद (stages) होते हैं। यह इस प्रकार व्यवस्थित होते हैं कि एक स्थिर ब्लेड के बाद एक चल-ब्लेड रिंग होती है। चल ब्लेडों वाला ड्रम एक घूर्णी शाफ्ट के साथ घूमता है। घूर्णी शाफ्ट को किसी बाह्य स्रोत से यांत्रिक ऊर्जा देकर घुमाया जाता है।



चित्र 4.14 : अक्षीय प्रवाह सम्पीडक

सम्पीडक में वायु का प्रवेश बायीं साइड से होता है। ड्रम के घूमने की क्रिया से वायु का प्रवाह स्थिर और चल ब्लेडों पर बारी-बारी होता है। वायु का प्रवाह जब स्थिर और चल ब्लेडों के प्रत्येक सैट से गुजरने पर वायु के दाब में वृद्धि लगभग 1 : 1.25 के अनुपात में होती है। यह **सम्पीडक उच्च गतियों पर कार्य करते हैं। इनकी स्पीड 10000 से 30000 r.p.m. तक होती है। इनका प्रयोग सामान्यतया गैस टरबाइन प्लांट्स और एयरक्राफ्ट इन्जनों में होता है।**

लीकेज़ का पता लगाना

(1) कम्प्रैस्ड वायु से चलने वाले उपयन्त्र को बन्द करें।

AKC TECHNICAL CLASSES

(2) दाब को बनाये रखने के लिए सम्पीडक को चलायें।
(3) सम्पीडन के द्वारा लोड व बिना लोड के समय साइकिल को पूरा करने में लिये गये समय को नोट करें। परिशुद्धता के लिये ON तथा OFF समय; 8 से 10 साइकिल का लें। इसके उपरान्त कुल ON समय (T) तथा कुल OFF समय (t) की गणना करे।

सम्पीडक के अन्दर लीकेज की गणना

$$\% \text{ leakage} = \frac{T}{(T+t)} \times 100$$

या System leakage quantity (m³/min) $= \frac{T}{(T+t)} \times Q$

Q = Compressor capacity (m^3/mm)

T = Time on load in minutes

t = Time on unload in minutes

किसी इण्डस्ट्री में लीकेज टेस्ट के दौरान निम्न परिणाम प्राप्त हुए—

Compressor capacity (m^3/minute) = 35

Cut in pressure kg/cm² (g) = 6.8

Cut out presure kg/cm² (g) = 7.5

Load kw drawn = 188 kW

Unload kW drawn = 54 kW

Average Load Time T = 1·5 minutes

Average Unload time t = 10·5 minutes

Comment on leakage quantity and avoidable loss of power due to air leakages.

(a) Leakage quantity (m^3/minute)

$$Q = \frac{1.5}{1\cdot5 + 10\cdot5} \times 35$$

$$= 4\cdot375 \text{ m}^3/\text{min}$$

(b) Leakage quantity per day $= 4\cdot375 \times 24 \times 60$

(m^3/day) $= 6300 \text{ m}^3/\text{day}$

(c) Specific power for compressed air generation $= 188 \text{ kW}/(35 \times 60) \text{ m}^3/\text{hr}$

$= 0\cdot0895 \text{ kWh/m}^3$

(d) Energy lost due to leakages/day $= 0\cdot0895 \times 6300$

$= 564 \text{ kWh}$

अल्ट्रासोनिक लीकेज डिटेक्टर के द्वारा लीकेज का पता लगाना

(Leakage Detection by Ultrasonic Leak detector)

AKC TECHNICAL CLASSES

लीकेज टेस्ट को लीकेज डिटेक्टर के द्वारा किया जाता है, जिसके अन्दर सेन्स करने वाली प्रोब होती है जो कि कम्प्रैस्ड वायु सिस्टम में अधिक तापमान पर होने वाले लीकेज का पता लगाती है। जैसे कि पाइपलाइन तथा जगह जगह पर आने वाले जोड़ या मोड़ में।

लीकेज टेस्ट को अल्ट्रासोनिक कम्पन के द्वारा किया जाता है। लीकेज टेस्ट को करने के लिए उच्च दाब पर गैस को टरबुलेंट प्रवाह के द्वारा लीकेज वाले पाइप से प्रवाहित किया जाता है। अगर बहने वाली गैस में अल्ट्रासोनिक कम्पन हो रहे हैं तो लीकेज है अन्यथा नहीं।

तापन, संवातन, वातानुकूलन (Heating, Ventilation, Air Conditioning)

तापन (Heating)

तापन प्रणाली के अन्तर्गत केन्द्रीय (central) और स्थानीय (local) तापन विधियाँ आती हैं। ठंडे वातावरण वाले देशों में भवन को गर्म करने के लिए केन्द्रीय तापन प्रणाली का उपयोग होता है। इसके लिए बॉयलर, पानी को गर्म करने हेतु भट्टी या तापीय पम्प को भवन में स्थित केन्द्रीय स्थान में स्थापित करते हैं। इस प्रणाली में वाहिनियों और नलिकाओं का उपयोग द्रव को गर्म करने और ऊष्मा को रेडिएटर के माध्यम से वायु में स्थानांतरित करने के लिए होता है। वायु क्लीनर के द्वारा बलशाली वायु को छान (filter) सकते हैं। विद्युत और प्रतिरोध का प्रयोग कर तापन को प्राप्त कर सकते हैं। इस क्रिया में तन्तु (filaments) में से वैद्युत ऊर्जा गुजारते हैं। केन्द्रीय तापन पद्धति की खोज का श्रेय प्राचीन रोम को जाता है। उन्होंने जनता बाथरूमों और निजी/मकानों की दीवारों एवं फर्श (floor) में वायु वाहिनियों की प्रणाली को स्थापित किया था। ये वाहिनियाँ केन्द्र में तापित स्रोत से गर्म हवाओं को ले जाती थीं।

संवातन (Ventilation)

इस प्रक्रिया में प्राकृतिक या यांत्रिक विधि द्वारा वायुमण्डल (atmosphere) से वायु को लिया व छोड़ा जाता है। यहाँ वायु का प्रतिस्थापन (replacement) नमी, गंध, ऊष्मा, धूल और वायु में स्थित बैक्टीरिया को निष्कासित (removal) करने से होता है। इसके अन्तर्गत वायु की अदला-बदली (exchange) बाहर की तरफ होती है अर्थात् भवन में वायु का संचरण (circulation) होता है। बाहरी वायु में कुछ तापमान अवश्य होता है जिससे भवन की अंदरूनी वायु की गुणवत्ता स्थिर बनी रहती है। संवातन अतिरिक्त नमी, असहनीय नमी, गंध, गैस आदि का निष्कासन कर तथा बाहरी वायु को अदर खींचकर वातावरण को शुद्ध बनाता है। यह निम्नलिखित दो प्रकार का होता है—

(i) यांत्रिक/बलपूर्वक संवातन (Mechanical/Forced Ventilation)—यह प्रणाली अंदरूनी वायु की गुणवत्ता को नियंत्रित करती है। अतिरिक्त आर्द्रता, बुरी गंध और प्रदूषकों का नियंत्रण बाहरी वायु से प्रतिस्थापन या तनुकरण (dilution) द्वारा करते हैं। आर्द्र (humid) वातावरण में बढ़ी हुई अतिरिक्त नमी को संवातित वायु से निष्कासित करने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, किचन और बाथरूम से दूषित गंध और नमी को यांत्रिक मशीन के द्वारा निष्कासित करते हैं। इस तरह की प्रणाली के अभिकल्पन के लिए प्रवाहित दर (flow rate) और शोर (noise) के स्तर का ध्यान रखा हैं। छत और मेज/फर्श के पंखे वायु का संचरण करते हैं जिससे तापमान कम होता है।

(ii) प्राकृतिक संवातन (Natural Ventilation)—प्राकृतिक संवातन मे भवन के अन्दर स्थित अंदरूनी वायु को निष्कासित करने के लिए पंखे या किसी भी यांत्रिक विधि का उपयोग नहीं होता है। इसे प्राप्त करने के लिए खिड़कियाँ (windows) को खोलते हैं या जब संवातन के लिए जगह कम हो तो सुराखों का निर्माण करते हैं। कुछ जटिल प्रणालियों में गर्म/ठंडी वायु को ऊपर पहुँचाया जाता है, जहां इसे ऊपरी सुराखों से नीचे बने सुराखों तक पहुँचाया जाता है। स्टेक प्रभाव के कारण बाहरी वायु बलपूर्वक ठंडी हो जाती है और प्राकृतिक विधि से वायु द्वारा बलपूर्वक ठंडक भवन को मिल जाती है। इस विधि में बहुत ही कम ऊर्जा की खपत होती है।

वातानुकूलन (Air Conditioning)

AKC TECHNICAL CLASSES

यह प्रक्रिया ताप के निष्कासन द्वारा होती है। स्थल पर वातावरण के तापमान, आर्द्रता, परिसंचरण एवं परिशुद्धता के समकक्ष नियंत्रण को वातानुकूलन कहते हैं। वातानुकूलन के द्वारा किसी वांछित बन्द स्थान पर तापमान, नमी, वायु के संचार एवं शुद्धता को इस प्रकार नियंत्रित किया जाता है कि वह वांछित आवश्यकताओं को पूर्ण कर सके, जिसमें वहाँ काम करने वाले व्यक्तियों को आराम पहुँचे, नाजुक उपयंत्रों की शुद्धता एवं प्रचालन में बढ़ोत्तरी हो, महत्वपूर्ण दस्तावेज को खराब होने से बचाया जा सके इत्यादि। वातानुकूलन द्वारा औद्योगिक कार्यों में भी कर्मचारियों की दक्षता एवं मनोबल में सुधार होता है, जिससे उद्योग में उत्पादकता एवं मुनाफा बढ़ता है। वातानुकूलन मकान के पूरे/आंशिक भाग और भवन में शीतलन, संवातन और आर्द्रता पर नियंत्रण प्रदान करता है।

संचरण करने वाला पंखा, वातानुकूलन इकाई, आपूर्ति करने वाली वाहिनियाँ (ducts), आपूर्ति मार्ग, वापसी मार्ग और छन्नी (filter) वातानुकूलक के मुख्य अवयव हैं।

तापन, संवातन तथा वातानुकूलन का सिद्धान्त (Principle of Heating,Ventilation and Air Conditioning)

तापन, संवातन और वातानुकूलन ऊष्मागतिकीय (thermodynamics), द्रवगतिकीय (fluid mechanics) और ऊष्मा स्थानांतरण (heat transfer) के सिद्धांत पर आधारित होते हैं। उपरोक्त तीनों कार्य एक-दूसरे से घनिष्ठतापूर्वक जुड़े हुए हैं। वहुत अधिक गर्मी या सर्दी में मानव के सुखद अनुभव के लिए उपरोक्त तीनों का ही महत्व है। उत्पादन प्रक्रियाओं में 35% ऊर्जा का उपयोग तापन, संवातन और वातानुकूलन में होता है। प्रशीतन (refrigeration) एवं वातानुकूलन का कार्य मुख्य रूप से ताप को एक स्थान से अवशोषित करके दूसरे स्थान पर ले जाने अथवा इसके विपरीत क्रिया से सम्वन्धित है।

प्रशीतन और वातानुकूलन वास्तव में ताप निष्कासित (heat removal) करने की प्रक्रिया है। इस प्रक्रिया द्वारा किसी स्थान या वस्तु का तापमान घटाने व आस-पास (surrounding) के तापमान को कम बनाए रखने में मदद मिलती है। इस प्रक्रिया में प्रशीतन या वातानुकूलन किये जाने वाले स्थान या वस्तु से ताप निकालकर दूसरे स्थान व वस्तु को स्थानांतरित किया जाता है। इसी प्रकार प्रशीतन एवं तापन वास्तव में एक प्रक्रिया के दो विपरीत सिरे हैं, केवल इच्छित परिणाम एक-दूसरे को पृथक करते हैं। इस प्रकार तापन, संवातन और वातानुकूलन का उपयोग एक साथ या अकेले इकाई (unit) द्वारा शुद्ध हवा की आपूर्ति, तापन, भवन के शीतलन और आर्द्रता नियंत्रण के लिए किया जाता है।

वातानुकूलन प्रणाली का वर्गीकरण (Classification of Air Conditioning)

(i) उद्देश्य के आधार पर (On the Basis of Purpose)

इस आधार पर वातानुकूलन निम्नलिखित दो प्रकार का होता है—

(अ) सुखद वातानुकूलन (Comfort Air Conditioning)—इसमें हवा की दशा को इस प्रकार से नियंत्रित किया जाता है कि मनुष्य को आराम एवं सुख पहुँचे। इसके अन्तर्गत घरों, ऑफिसों, होटलों, डिपार्टमेन्टल स्टोरों, सार्वजनिक भवनों, कारखानों, कारों, वसों, रेलों, हवाई जहाजों, समुद्री जहाजों आदि में सुखदायी वातानुकूलन संयंत्र लगाते हैं।

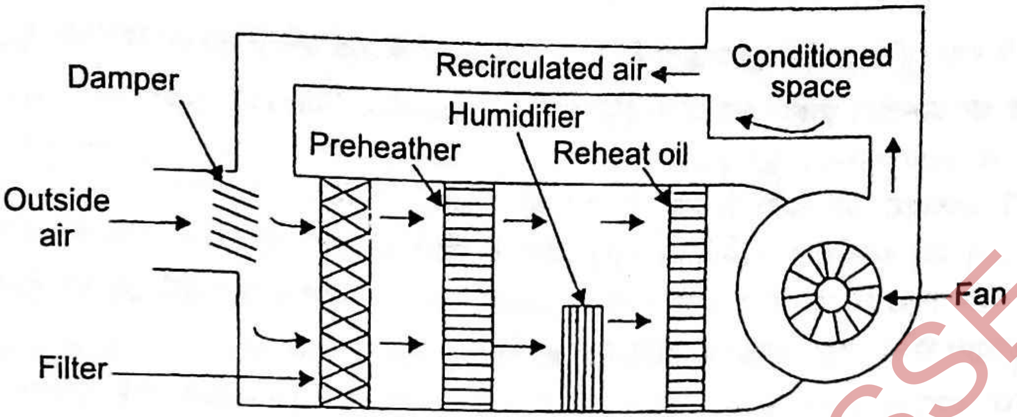
(ब) औद्योगिक वातानुकूलन (Industrial Air Conditioning)—इस प्रकार के अनुकूलन का उपयोग आर्द्रताग्राही पदार्थों (hydroscopic materials) की नमी को तथा विभिन्न रासायनिक प्रक्रियाओं को नियन्त्रित करने एवं साफ और छनी हुई (filter) वायु को मशीनों को बिना किसी त्रुटि के प्रदान करने तथा परिशुद्ध वस्तुओं के उत्पादन करने में होता है।

(ii) वर्ष के मौसम के आधार पर (On the Basis of Weather of the Year)

इसके अनुसार वातानुकूलन निम्नलिखित तीन प्रकार का होता है—

AKC TECHNICAL CLASSES

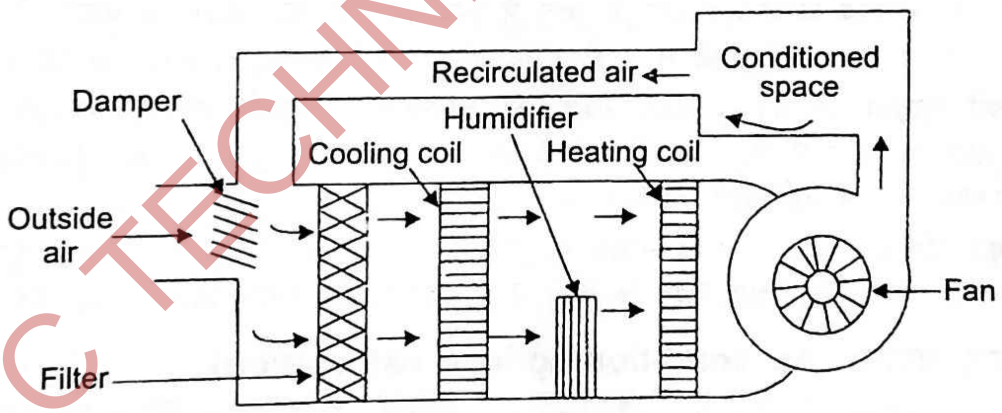
(अ) शीतकालीन वातानुकूलन (Winter Air Conditioning)—शीतकालीन वातानुकूलन के द्वारा आवश्यक स्थान पर वायु की ज्ञेय ऊष्मा के साथ-साथ ऊष्णता (dryness) की मात्रा में भी बढ़ोतरी की जाती है।



चित्र 4.15 : शीतकालीन वातानुकूलन प्रणाली

इसमें शीतल वायु का तापमान पूर्वतापक (preheater) की सहायता से बढ़ाकर वातावरण को उष्ण रखा जाता है और वातावरण में नमी को बढ़ाने के लिए आर्द्रीकरण (humidification) किया जाता है। प्रवात नियंत्रक से गुजरती हुई बाहरी वायु पुनः संचरित (recirculating) वायु के साथ घुल जाती है। छन्नी (filter) की सहायता से मिट्टी, धूल और अन्य कण दूर हो जाते हैं। वायु को पूर्वतापक, आर्द्रक (humidifier) तथा पुनः तापक कुंडली (reheat coil) से गुजारते हैं तथा इसकी अनुकूलित जगह पर आपूर्ति की जाती है।

(ब) ग्रीष्मकालीन वातानुकूलन (Summer Air Conditioning)—इसमें किसी विशिष्ट स्थान पर संवेदनशील ऊष्मा व वायु की नमी को कम किया जाता है। इसके लिए शीतलन की क्रिया करनी पड़ती है। वायु शीतलन का मतलब वायु का शुष्क वल्ब तापमान (dry bulb temperature) कम करना है।



चित्र 4.16 : ग्रीष्मकालीन वातानुकूलन प्रणाली

ग्रीष्मकालीन वातानुकूलन में शीतलन (cooling) व निरार्द्रीकरण (dehumidification) प्रक्रिया काम में लायी जाती है।

(स) पूर्ण वर्ष वातानुकूलन (Year Round Air Conditioning)—इसमें पूरे वर्ष के लिए वातानुकूलन करना होता है। वर्ष में कई मौसम बदलते रहते हैं। अतः इसमें उस स्थान पर विभिन्न मौसम के अनुसार समय-समय पर वायु की दिशा की दशा का नियंत्रण करना होता है।

(iii) प्लांट के आधार पर (On the Basis of Plant)

वातानुकूलन प्लांट के आधार पर यह निम्नलिखित तीन प्रकार का होता है—

AKC TECHNICAL CLASSES

(अ) विन्डो टाइप वातानुकूलन (Window Type Air Conditioning)—वातानुकूलक को सरलता से खिड़की में लगाने के कारण इसे विन्डो टाइप प्रकार का वातानुकूलन कहते हैं। इसकी क्षमता प्राय: $\frac{1}{2}$ टन से 2 टन तक होती है। एक सामान्य कमरे में एक यूनिट पर्याप्त हो सकती है, परन्तु बड़े कमरे में कई यूनिटों की आवश्यकता पड़ सकती है।

(ब) पैकेज्ड या कन्सोल प्रकार का वातानुकूलन (Packaged or Console Type Air Conditioning)—पैकेज्ड या कन्सोल यूनिटों या वातानुकूलकों की क्षमता प्राय: 3 से 5 टन तक होती है और इन्हें कमरे के फर्श पर लगाते हैं। यह एक स्टील की अलमारी की भांति दिखता है एवं तीन खण्डों में विभाजित रहता है। सबसे नीचे वाले खण्ड में द्रवणित्र (condenser) एवं सम्पीडक (compressor) होता है। बीच के खण्ड में मोटर, फिल्टर एवं वाष्पक होता है एवं ऊपर के खण्ड में वायु विसर्जन के लिए ग्रिल होती है जिससे कमरे में शीतल वायु की आपूर्ति होती है। इस प्रकार के वातानुकूलक का उपयोग बैंकों, छोटे ऑफिसों आदि में होता है।

(स) केन्द्रीय वातानुकूलन (Central Air Conditioning)—इसके विभिन्न भाग एक केन्द्रीय कक्ष में एक समूह में लगे रहते हैं। यहाँ से वातानुकूलित वायु उन स्थानों को भेजी जाती है, जहाँ अनुकूलन करना होता है। यह विभिन्न वाहिनियों से प्रवाहित होती है। यह निकाय 25 टन से अधिक क्षमता के लिए काम में लाया जाता है।

सुखदायी वातानुकूलन को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting the comfort Air Conditioning)

(i) **वायु का तापमान** (Temperature of Air)—जब वायु का तापमान 21°C और सापेक्ष आद्रता 56% हो तो मनुष्य सुख या आराम महसूस करता है। वातानुकूलन द्वारा वायु के तापमान को आवश्यक स्तर पर नियंत्रित रखा जाता है, यद्यपि बाहर का तापमान कम या अधिक हो सकता है।

(ii) **वायु की आर्द्रता** (Humidity of Air)—वायु में विद्यमान नमी के तत्वों को आर्द्रता कहते हैं। आद्रता के नियंत्रण का मतलब विभिन्न मौसमों में वायु में विद्यमान नमी को घटाना व बढ़ाना है जिससे मनुष्य को सुख व आराम मिल सके। गर्मी में 8 से 12% और सर्दियों में 40 से 60% आर्द्रता उपयुक्त होती है।

(iii) **वायु की शुद्धता** (Purity of Air)—वायु का शुद्धिकरण, फिल्टरों एवं वायु प्रक्षालन (air wash) से किया जाता है। वायु में भी यह अनिवार्य है कि CO_2 की मात्रा 2% से कम हो लेकिन ऑक्सीजन की मात्रा 16% से कम नहीं होनी चाहिए।

(iv) **वायु की गति** (Motion of Air)—वायु की गति 8 m/min वांछित है। भवन/जगह को एक समान स्थिर तापमान पर अनुकूलन बनाए रखने के लिए वायु संचरण और समान वितरण सही ढंग से होना चाहिए।

वातानुकूलन भार गणना (Air conditioning load calculation)

वातानुकूलन भार गणना (air conditioning load calculation) के लिए निम्नलिखित प्रकार के भार की आवश्यकता होती है—

(i) शीतलन भार (Cooling Load)

सुखार्थ वातानुकूलन, औद्योगिक वातानुकूलन या स्थल वातानुकूलन के लिए शीतलन भार गणना का आधार एक ही है। सीमित स्थल में ज्ञेय ऊष्मा वृद्धि के विभिन्न कारण हो सकते हैं, जैसे कि सौर विकिरण, ढांचे में से होकर ताप संचार, स्थल में बाहर से वायु प्रवेश, वैद्युत प्रकाश के कारण उत्पन्न ताप, उपस्थित व्यक्तियों के कारण उत्पन्न ताप, स्थल में रखे उपकरणों, जैसे—मोटर, रसायन, गैस, भाप, गर्म पानी, वैद्युत उपकरण, मिक्सी, ओवन आदि और वस्तुएँ जो कमरे के तापमान से उच्च तापमान पर अन्दर लाई गई हैं।

सीमित स्थल में गुप्त ऊष्मा वृद्धि के विभिन्न कारण होते हैं, जैसे कि बाहर की वायु के साथ अन्दर घुसी नमी, उपस्थित वस्तुओं में नमी या रहने वाले व्यक्तियों में विद्यमान नमी या पसीना आदि।

AKC TECHNICAL CLASSES

बाह्य संवातन में तापान्तर की वजह से संवेदनशील ताप से वृद्धि होती है। आर्द्रता में अन्तर आने से गुप्त ऊष्मा में वृद्धि होती है।

(ii) तापन भार (Heating Load)

शरद ऋतु में वायु को गर्म/ऊष्ण करने की आवश्यकता पड़ी है। ताप का संचरण कमरे से बाहर की वायु में होता है और कमरे में रखी विभिन्न वस्तुओं को भी ऊष्मा प्रदान करनी पड़ती है।

इस प्रकार इंजीनियर समस्त तापन स्रोतों की गणना कर वातानुकूलक की क्षमता (टन में) निर्धारित करता है।

तापन, संवातन तथा वातानुकूलन में ऊर्जा बचत के अवसर (Energy saving opportunities in Heating, Cooling and Air Conditioning)

(i) **उपयोग केवल जब और जहाँ आवश्यक हो**—जब भवन या कमरे में कोई भी मौजूद नहीं है तो तापन, संवान और वातानुकूलन प्रणाली वंद है या नहीं, इसको अवश्य ही सुनिश्चित रूप से जाँचना चाहिए।

(ii) **अपने कर्मचारियों को सूचित करना**—अपने कर्मचारियों को खिड़कियाँ, दरवाजे और काँचों को सुनिश्चित रूप से बन्द करने के प्रति उत्साहित और प्रेरित करना चाहिए एवं विभिन्न समस्याओं के समाधान और व्यवहार को लागू करने के आशय के प्रति सचेत करना चाहिए।

(iii) **मौसम के बाद तापमान को समायोजित करना**—अधिकतम सुख हेतु गर्मी में कमरे का तापमान 24-25°C और सर्दी में 18-20°C होना चाहिए। अतिरिक्त तापन और शीतलन के कारण ऊर्जा व्यर्थ होती है। कम उपयोगी जगह, जैसे—टॉयलेट, स्टोर रूम आदि में सर्दी में 16°C का तापमान होना चाहिए, जिससे इन्हें गर्म करने में लगी ऊर्जा लागत की बचत हो सके, जो कि लगभग 30% होती है।

(iv) **अप्रयुक्त क्षेत्रों को बन्द करना**—ऊर्जा की बर्बादी रोकने के लिए तापन और शीतलन की वाहिनियों (ducts) और थर्मोस्टेट को अप्रयुक्त क्षेत्रों के लिए बन्द करना चाहिए जिससे ऊर्जा की बर्बादी रुक सके।

(v) **पंखे का उपयोग**—तापमान, आर्द्रता और वायु संचरण का प्रभाव कमरे की सुखदायी स्थिति पर पड़ता है। पंखे का उपयोग कर वातानुकूलन की आवश्यकता को घटा सकते हैं। इसे 3 से 5°C अधिक तापमान पर स्थिर करना चाहिए, जिससे पंखे से सुख महसूस हो।

(vi) **उच्च माँग अवधि से बचना**—उच्च माँग अवधि के दौरान ऊर्जा का उपयोग कम कर कार्य को अनुकूल वनाना जिससे वातानुकूलन, प्रकाश और अन्य वैद्युत उपकरणों से बचत हो सके।

(vii) **फिल्टर की देख-रेख**—तापन, संवातन और वातानुकूलन में फिल्टर की देख-रेख करते रहना चाहिए एवं इसे नियमित बदलते रहना चाहिए। इसे नियमित बदलते रहने की सलाह निर्माणकर्ता द्वारा दी जाती है। इस कारण ऊर्जा की बर्बादी से बचा जा सकता है।

(viii) **टाइमर का प्रयोग**—स्विच और टाइमर का प्रयोग कर तापन, संवातन और वातानुकूलन के समय को कम कर सकते हैं। जब भवन/कमरे में कोई भी नहीं हो, तब सभी प्रणालियों को टाइमर के प्रयोग द्वारा बन्द कर देना चाहिए।

(ix) **थर्मोस्टेट का संस्थापन**—प्रोग्राम युक्त थर्मोस्टेट का उपयोग तापन, संवातन और वातानुकूलन प्रणाली में कर सकते हैं। थर्मोस्टेट के प्रयोग से यह प्रणाली कमरे में प्रवेश के आधा घण्टे बाद चालू (on) एवं कमरे से निर्गम के आधा घण्टे बाद बन्द (off) होती है, जिससे खाली जगह के शीतलन और तापन से बचा जा सकता है। ये थर्मोस्टेट तापमान आधारित नियंत्रक होते हैं। इससे 30% ऊर्जा लागत की बचत होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(x) **अनावश्यक प्रकाश से बचना**—अप्रयुक्त क्षेत्रों की लाइटों को बन्द करना एवं बल्बों को सी.एफ.एल से बदलना चाहिए, जिससे कम वैद्युत ऊर्जा की खपत होती है। इस प्रकार कम ऊष्मा का उत्सर्जन होगा। इस प्रकार वातानुकूलन और संवातन से लागत कम होती है।

(xi) **ऑफिस में ऊर्जा दक्ष उपकरणों का उपयोग**—ऑफिस में ऊर्जा दक्ष उपकरणों और इलेक्ट्रॉनिकी के चयन से ऊर्जा निकास को न्यूनतम करने में मदद मिलती है। समस्त उपकरण स्विच से जुड़े होने चाहिएं जिससे उपयोग नहीं होने की स्थिति में ये बन्द हो सकें।

(xii) **अधिक बड़े आकार से बचना**—तापन, संवातन और वातानुकूलन के अधिक बड़े आकार से अनावश्यक पूँजी और परिचालन लागत आती है। उचित और परिशुद्ध प्रणाली इनकी जगह पर उपयोग कर सकते हैं।

(xiii) **भवन का रोधन**—छत की सतह, दीवारों और नलिकाओं को रोधित करना चाहिए जिससे सर्दी में तापमान की कमी और गर्मी में तापमान की वृद्धि को घटा सकें। गर्म/ठण्डी वायु नलिकाओं को रोधित कर रिसाव से बचने के तरीके को सुनिश्चित करना चाहिए।

(xiv) **चर गति चालन पर विचार करना**—चर गति चालन (VSD) को वातानुकूलन पंखे पर संस्थापित करना चाहिये, जिससे पंखे की गति नियंत्रित होती है तथा यह पूर्ण भवन में आवश्यक वायु भेजता है। अत: ऊर्जा का उपयोग घटता है और यदि संपीडक की ऊर्जा (power) आवश्यकतानुसार कम रखें तो परिचालन लागत भी कम होती है। चर गति चालन के उपयोग से 30-40% वार्षिक पूँजी की बचत होती है।

प्रशीतन, प्रशीतन इकाई, निष्पादन गुणांक, ऊर्जा दक्षता अनुपात (Refrigeration, Refrigeration Unit, Coefficient of Performance, Energy Efficiency Ratio (E.E.R.))

प्रशीतन (Refrigeration)

प्रशीतन का तात्पर्य उस कला से जिससे किसी वस्तु या स्थल का तापमान उसे आस-पास के वातावरण की अपेक्षा निम्न तापमान पर लाया जाए एवं उसे निम्न (low) ताप स्थिति में रखा जाए। इसमें किसी वस्तु को ठंडा रखने के लिए उसका तापमान किसी अन्य वस्तु को, जैसे—पानी या वायु या किसी अन्य द्रव को संचारित करके कम किया जाता है। अत: प्रशीतन प्रक्रिया में जिस वस्तु को ठंडा रखते हैं, उससे निरन्तर ताप निष्कासित किया जाता है।

प्रशीतन इकाई (Refrigeration Unit)

प्रशीतन और वातानुकूलन की क्षमता को टन या किलो कैलोरी इकाई में मापते हैं। प्रशीतन की टन इकाई उस ताप संचरण की दर के तुल्य है जो कि 1 टन (2000 पौंड) बर्फ को 32°F तापमान पर पानी से एक दिन (24 घण्टे) में बर्फ बनाने के लिए आवश्यक होती है।

$$1 \text{ टन प्रशीतन} = 3024 \text{ (keal/hr)}$$
$$= 3 \cdot 51 \text{ kW तापीय}$$
$$= 12000 \text{ BTU/hr}$$

SI प्रणाली में,

$$1 \text{ टन प्रशीतन} = 50 \times 4 \cdot 2$$
$$= 210 \text{ kJ/min}$$
$$= 12600 \text{ kJ/hr}$$

AKC TECHNICAL CLASSES

निष्पादन गुणांक (Coefficient of Performance)

निष्पादन गुणांक, प्रशीतन प्रभाव और ऊर्जा निवेश का अनुपात होता है।

$$\text{निष्पादन गुणांक (COP)} = \frac{\text{प्रशीतन प्रभाव}}{\text{ऊर्जा निवेश}}$$

यहाँ प्रशीतन प्रभाव और ऊर्जा निवेश को एकसमान इकाइयों में ही व्यक्त करना चाहिए। यदि प्रशीतन क्षमता (T_n) टन है और शक्ति निवेश (P), kW है तो—

$$\text{निष्पादन गुणांक (COP)} = \frac{T_n \times 210 \text{ kJ / min}}{P \times 60 \text{ kJ / min}}$$

$$= 3 \cdot 5 \frac{T_n}{P}$$

$$= 3 \cdot 5 \text{ ton/kW}$$

ऊर्जा दक्षता अनुपात (Energy Efficiency Ratio (E.E.R.))

हीटिंग या कूलिंग उपयन्त्र की ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) ऊष्मा आउटपुट (BTU में) तथा पावर इनपुट (Watt-hour में) का अनुपात होता है। अगर वातानुकूलन यूनिट का E.E.R. अनुपात अधिक है तो यूनिट अधिक कुशल होगी।

या

USA के अनुसार E.E.R. की परिभाषा निम्न प्रकार है तथा कहा गया है कि सिस्टम की आउटपुट BTU/hr तथा विद्युत ऊर्जा वाट के अनुपात को ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) कहते हैं।

विभिन्न प्रकार के प्रशीतन (Different type of Refrigeration)

प्रशीतन की कार्य-प्रणाली निम्नलिखित दो प्रकार की होती है—

(i) वाष्प सम्पीडन प्रशीतन प्रणाली (Vapour Compression Refrigeration System)

प्राय: सभी आधुनिक प्रशीतन संयंत्र इस प्रणाली पर कार्य करते हैं। यह प्रणाली घरेलू, व्यावसायिक व औद्योगिक इत्यादि सभी उद्देश्यों के लिए उपयोग होती है। इस प्रणाली में वाष्प को प्रशीतक (refrigerant) की तरह उपयोग करते हैं। यदि वाष्प की अवस्था में परिवर्तन संभव है तो इसे वाष्प से द्रव या द्रव से वाष्प में परिवर्तित किया जा सकता है। जब वाष्प का वाष्पीकरण होता है तो यह शीत पिण्ड से गुप्त ऊष्मा (latent heat) अवशोषित करती है जिससे यह द्रव से वाष्प में परिवर्तित हो जाती है। संघनन में यह ताप निष्कासित करती है, जो कि ठण्डा करने के उपयोग में लायी जाती है। इसके बहुत से लाभ हैं, जैसे—छोटा आकार, कम प्रचालन लागत, अधिक निष्पादन गुणांक आदि।

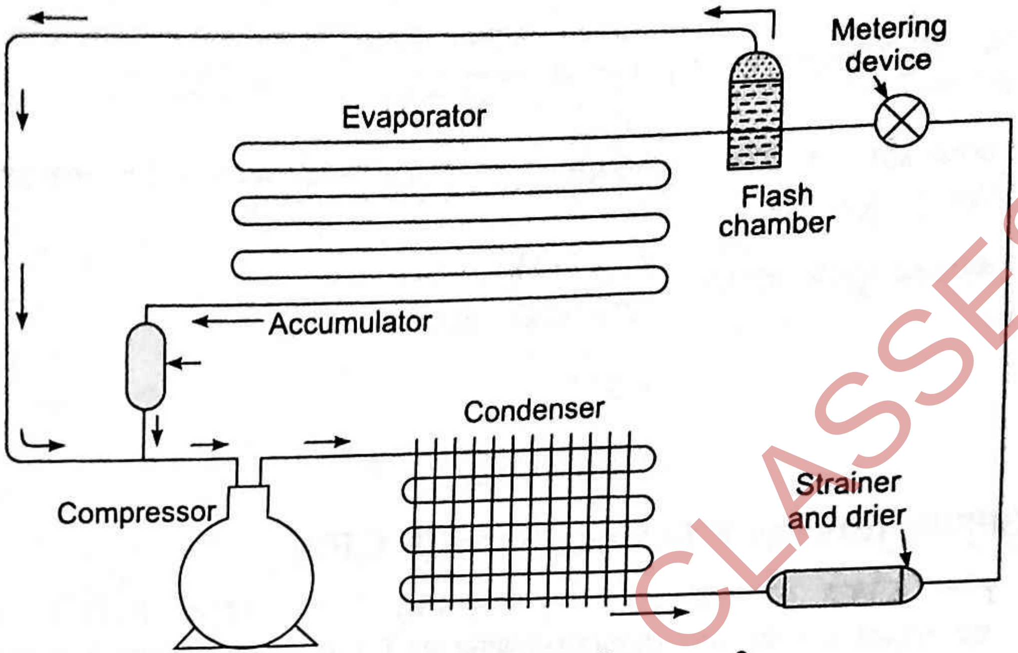
इस प्रणाली के दोष इसके अभिकल्पन में सुधार करके दूर किये जा सकते हैं जिससे अधिक सुरक्षा रहती है तथा क्षरण की समस्या दूर हो जाती है। इस प्रणाली में मुख्य चार उपकरण काम में आते हैं जो कि निम्नलिखित हैं—

(अ) संघनित में प्रशीतक के द्वारा शीतलक (coolant) की ऊष्मा निष्कासित (reject) की जाती है। इस तरह प्रशीतक की पूर्ण ऊष्मा संघनन के बाद घट जाती है।

(ब) वाष्पक में प्रशीतक के द्वारा ऊष्मा अवशोषित की जाती है, जिससे प्रशीतक का तापमान प्रभावित होता है। इसमें प्रशीतक की पूर्ण ऊष्मा बढ़ जाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(स) सम्पीडक में वाष्प का समएन्ट्रोपित सम्पीडन होता है। इस प्रक्रिया में किसी भी प्रकार का अवशोषण या निष्कासन नहीं होता है। इस प्रकार प्रशीतक की पूर्ण ऊष्मा बढ़ जाती है।



चित्र 4.17 : वाष्प सम्पीडन प्रशीतन प्रणाली

(द) प्रसार या अवरोध वाल्ट (throttle valve) में कोई कार्य नहीं होता। इसमें प्रशीतक की एन्थैल्पी स्थिर रहती है।

पूर्ण वाष्प सम्पीडन चक्र में सम्पीडक के निकास पर उच्च दाब, अवरोध वाल्व के प्रवेश तक है तथा चूषण दाव (suction pressure) जोकि निम्न दाब है, अवरोध वाल्व के निकास तथा सम्पीडक के प्रवेश तक बरावर रहता है। इस प्रकार यह प्रणाली उच्च दाव क्षेत्र व निम्न दाब क्षेत्र में विभक्त रहती है।

(ii) वाष्प अवशोषण प्रशीतन प्रणाली (Vapour Absorption Refrigeration System)

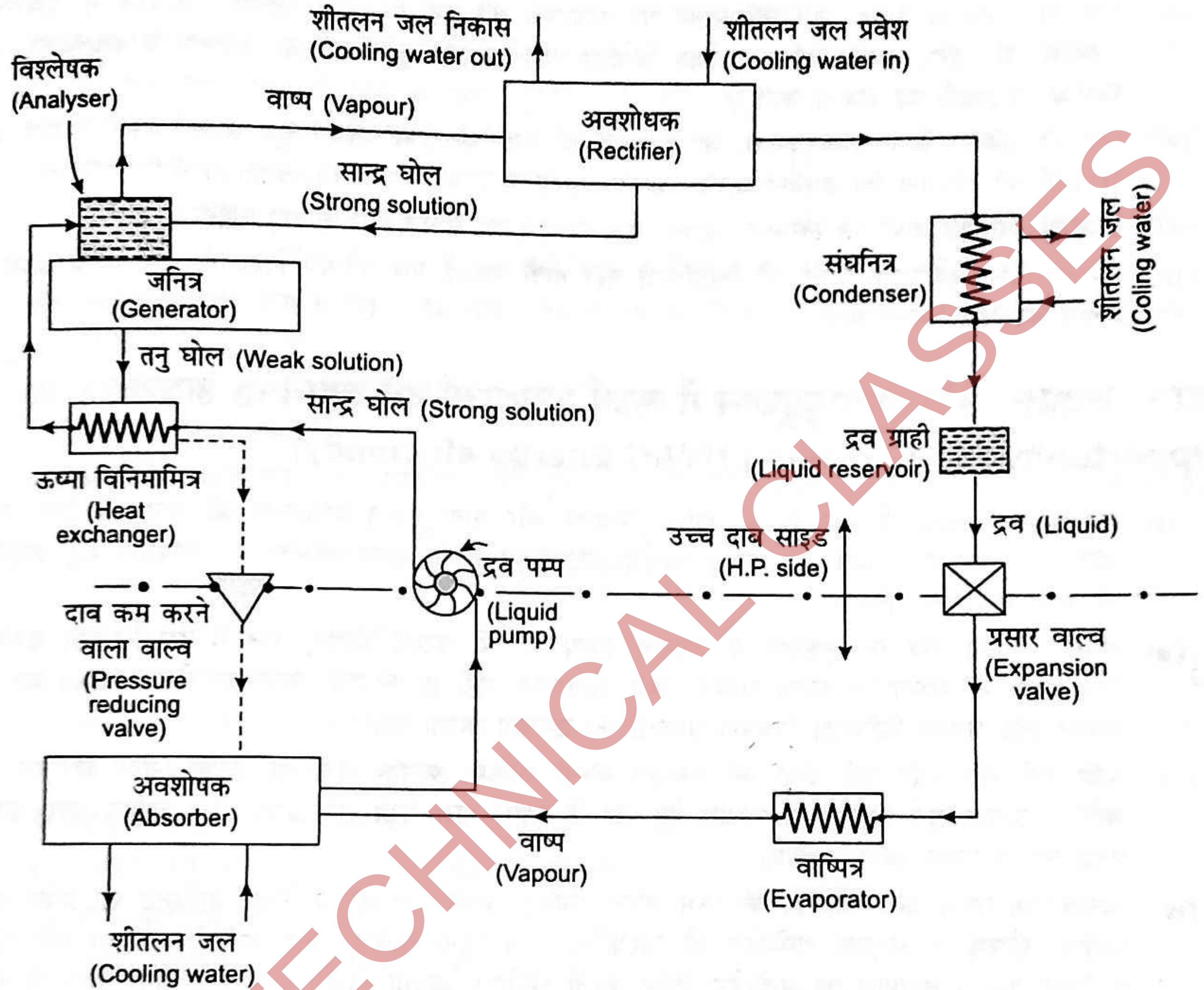
कुछ पदार्थ ऐसे होते हैं कि एक तापमान और दाब पर उनकी दूसरे पदार्थों में अवशोषित होने की प्रवृत्ति बहुत अधिक होती है, परन्तु अन्य तापमान एवं दाब पर उनकी दूसरे पदार्थों में अवशोषित होने की प्रवृत्ति बहुत कम होती है। इसी सिद्धान्त का प्रयोग वाष्प अवशोषण प्रशीतन में किया जाता है। सामान्यत: यह प्रशीतक इकाई ऊष्मा प्रचालित इकाई है और इसमें प्रशीतक को बारी-बारी से अवशोषित एवं मुक्त किया जाता है। इसके मुख्य अवयव जनित्र (generator), पृथक्कारी (separator), संधारित्र (condenser) एवं अवशोषक (absorber) हैं। प्रशीतक के रूप में विभिन्न द्रवों का सम्मिश्रण प्रयोग किया जा सकता है, परन्तु अमोनिया एवं पानी के सम्मिश्रण को अमोनिया-जल (aqua-ammonia) कहते हैं।

प्रशीतन की इस प्रणाली में विभिन्न घटकों को परस्पर स्टील पाइप से जोड़ते हैं। ताँबे का पाइप प्रयोग करने से वह संक्षारित हो सकता है क्योंकि अमोनियम हाइड्रोक्साइड (NH_3OH) ताँबे से क्रिया कर उसे संक्षारित करता है।

जनित्र में अमोनिया जल को वाष्प ताप स्रोत से गर्म किया जाता है। यह अमोनिया जल गर्म होकर वाष्प में बदलता है और वाष्प दशा में सेपरेटर में प्रवेश करता है। रेक्टिफायर में प्रशीतक द्रव का तापमान कम होता है जिससे भाप (steam) द्रव दशा में वदलती है तथा यही द्रव संघारित में से होकर अवशोषक की ओर प्रवाहित होता है। वाष्पक में द्रव अमोनिया का दाव घटाने के लिए वाष्पक के प्रवेश मार्ग (inlet) द्वारा हाइड्रोजन को अन्दर पहुँचाते हैं। जैसे ही अमोनिया एवं हाइड्रोजन गैस परस्पर मिलती हैं तो डाल्टन के आंशिक दाब नियम के अनुसार प्रशीतक का आंशिक दाब घटता है। इस घटे हुए दाव पर जब वाष्पक में अमोनिया प्रवेश करती है तो यह आस-पास की गुप्त ऊष्मा लेकर वाष्प

AKC TECHNICAL CLASSES

में बदलती है और शीतलन प्रभाव उत्पन्न करती है और इसके बाद अमोनिया अवशोषक में जाती है जहाँ पानी अमोनिया की वाष्प को अवशोषित करता है तथा इस मिश्रण को पम्प या गुरुत्वाकर्षण द्वारा जनित्र में पहुँचा दिया जाता है और इस प्रकार प्रशीतन चक्र पूरा होता है। इस प्रणाली को घरेलू प्रशीतकों में प्रयोग करते हैं।



चित्र 4.18 : वाष्प अवशोषण प्रशीतन प्रणाली

वातानुकूलन में ऊर्जा बचत (Energy saving in Air Conditioning)

वातानुकूलन प्रणाली में ऊर्जा बचत के विभिन्न तरीके निम्नलिखित हैं—

(i) भवन के आस-पास पेड़ों को लगाकर छाया की व्यवस्था करना और प्रत्यक्ष सूर्य किरणों से बचने के लिए छायादार परदों का इस्तेमाल करना एवं खिड़की के काँचों पर काली फिल्म लगानी चाहिए।

(ii) खिड़कियों एवं दरवाजों को बन्द रखना चाहिए। पतले फलकों के हल्के पंखों का इस्तेमाल करना चाहिए। दक्षिण की तरफ बनी हुई खिड़कियों पर परदा लगाना चाहिए एवं दरवाजों पर स्वचालित बन्द करने वाले उपकरण लगाने चाहिएँ।

(iii) वातानुकूलक के फिल्टर को नियमित जाँचना चाहिए एवं उनकी नियमित देखभाल करनी चाहिए। मीठे पानी/खारे पानी (brine water) तथा वायु प्रवाह की दर को सर्वोत्तम अनुकूल बनाना चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iv) वातानुकूलन प्रणाली की क्षमता वास्तविक जरूरत के अनुसार मिलान करते रहना चाहिए तथा केवल उच्च दक्षता वाली मशीनों को ही खरीदना चाहिए, वातानुकूलन मशीन के निष्पादन क्षमता की निगरानी करनी चाहिए और सापेक्ष आद्रता को बनाए रखने के लिए पुन: तापन को हटा देना चाहिए।

(v) पंखे की प्रवेश व निर्गम मार्ग नलिकाओं की रुकावटों को दूर कर लेना चाहिए। थर्मोस्टेट के एकसमान तालमेल को खत्म करना चाहिए। उचित निवेशित वोल्टेज को सुनिश्चित ही उपयोग करना चाहिए और भार की बढ़ोत्तरी को रोकना चाहिए।

(vi) जब भी अवसर मिले वातानुकूलक के अवयवों के स्तर को उन्नत करते हुए बदलते रहना चाहिए और इलेक्ट्रॉनिकी नियंत्रण का उपयोग करना चाहिए। खुली छतों को रोधित (insulated) करना चाहिए।

(vii) वातानुकूलक को कभी भी लगातार खुलने वाले दरवाजे के सामने नहीं लगाना चाहिए।

(viii) पश्चिम दिशा की तरफ काँच की खिड़कियाँ नहीं होनी चाहिएँ एवं पश्चिम दिशा से आने वाली ऊष्मा के प्रभाव को कम करना चाहिए।

तापन, संवातन और वातानुकूलन में ऊर्जा क्षमताओं को बढ़ाने के अवसर
(Opportunity for Increasing HVAC Energy efficiency)

(i) जब भवन में कोई भी नहीं हो तब तापन, संवातन और वातानुकूलन प्रणालियों को बन्द कर देना चाहिए और इनके प्रचालन समय को घटाना चाहिए। खाली जगह के तापन/शीतलन पर नियंत्रण हेतु प्रणालियों को स्थापित करना चाहिए।

(ii) तापन, संवातन और वातानुकूलन के उपयोग समय को भी घटाना चाहिए। रात में इसे नियंत्रित करने के लिए यंत्रों को संस्थापित करना चाहिए, जब आवश्यक नहीं हो तो इसे बन्द कर देना चाहिए। चर गति चालन और प्रत्यक्ष डिजिटल नियंत्रण प्रणाली का उपयोग करना चाहिए।

(iii) अति गर्म और अति ठंडे क्षेत्रों की पहचान करनी चाहिए, प्रत्येक क्षेत्र का अलग-अलग नियंत्रण होना चाहिए। प्रत्यक्ष सूर्य किरणों से बचाव हेतु घर के आस-पास पेड़ों की छाया होनी चाहिए और छत के पंखों का इस्तेमाल करना चाहिए।

(iv) अनावश्यक तापन और शीतलन को कम करना चाहिए, इसके नियंत्रण के लिए थर्मोस्टेट का प्रयोग करना चाहिए। मौसम के अनुसार थर्मोस्टेट को परिवर्तित करते रहना चाहिए। अत: सर्दियों में उच्च और गर्मियों में निम्न (low) तापमान पर थर्मोस्टेट स्थिर करना चाहिए। आर्द्रता नियंत्रण के लिए पुन: तापन से बचना चाहिए।

(v) मितोपयोजित्र ऊष्मा पुन: प्राप्ति प्रणाली के साथ बढ़े हुए क्षेत्रफल वाले विनिमायकों को स्थापित करना चाहिए। वाष्पकों, संघनित्रों (अधिक ऊष्मा स्थानांतरण क्षमता वाले) का उपयोग करना चाहिए।

(vi) दीवारों, छतों, नलिकाओं, गम्र पानी, ठंडे पानी और भाप की नलिकाओं को उचित तरीके से रोधित करना चाहिए तथा तापन और शीतलन की हानियों को कम करने के लिए तापीय खिड़कियाँ लगानी चाहिए।

(vii) अवमंदक रिसाव की जाँच करनी चाहिए और रख-रखाव की योजना को नियमित जाँचना चाहिए।

(viii) तापन, संवातन और वातानुकूलन एवं अन्य उपकरणों की निगरानी/नियंत्रण स्वयं संचालित होना चाहिए। ऊर्जा सेल बनाना चाहिए और ऊर्जा प्रबंधन प्रणालियों को संस्थापित करना चाहिए।

(ix) ईंधन जलाने वाले उपकरणों की निगरानी करते रहना चाहिए और यदि जरूरत हो तो इन्हें संशोधित (upgrade) करना चाहिए।

सम्पीडक में ऊर्जा बचत के अवसर
(Energy Saving Opportunities in Compressor)

AKG TECHNICAL CLASSES

(1) **सम्पीडक का स्थान :** वायु सम्पीडक का स्थान तथा सम्पीडक द्वारा खींची गई हवा की गुणवत्ता को सम्पीडक द्वारा ली गई ऊर्जा को प्रभावित करता है।

(2) **अन्दर आने वाली ठण्डी हवा :** अन्दर आने वाली हवा के प्रत्येक 4°C तापमान बढ़ने पर ऊर्जा खपत में 1% की बढ़ोत्तरी हो जाती है, उतनी ही आऊटपुट प्राप्त करने के लिये।

(3) **धूल रहित अन्दर आने वाली वायु :** चूषण हवा में धूल होने के कारण घूमने वाले हिस्से ज्यादा घूमते हैं तथा वाल्व बन्द हो जाते हैं, अतः चूषण तरफ भी वायु फिल्टर लगाना पड़ता है। प्रत्येक 250 मिमी डब्ल्यूसी के लिये दाब हानियाँ बढ़ जाती हैं क्योंकि फिल्टर चोक हो जाते हैं, जिससे सम्पीडक ऊर्जा की खपत लगभग उतनी ही आउटपुट के लिये लगभग 2% बढ़ जाती है।

(4) **ऊँचाई :** ऊँचाई पर सम्पीडक के होने के कारण उसकी आयतनिक दक्षता प्रभावित होती है। यह देखा गया है कि अगर सम्पीडक ऊँचाई पर रखा है तो अधिक ऊर्जा की खपत करेगा।

(5) **वितरण दबाव कम करना :** यह देखा गया है कि सम्पीडक के वितरण दवाव को कम करने से ऊर्जा खपत में कमी आती है।

(6) **सम्पीडित वायु के स्थान पर ब्लोअर :** सम्पीडित वायु के स्थान पर ब्लोअर का उपयोग करने से ऊर्जा खपत में कमी आती है।

(7) **सम्पीडित वायु का गलत उपयोग :** सम्पीडित वायु का गलत उपयोग करने से ऊर्जा खपत बढ़ती है।

प्रश्नावली

1. पम्प को विस्तार से समझाइये।
2. प्रत्यागामी पम्प को समझाइये।
3. अपकेन्द्री पम्प रचना तथा कार्य को समझाइये।
4. पम्प में ऊर्जा बचत के उपायों को लिखिए।
5. वायु सम्पीडक को समझाइये।
6. पश्चाग्र वायु सम्पीडक को चित्र सहित समझाइये।
7. घूर्णी सम्पीडक को चित्र सहित समझाइये।
8. तापन, संवातन और वातानुकूलन को समझाइये।
9. वातानुकूलन प्रणालियों का वर्गीकरण कर उन्हें विस्तार से समझाइए।
10. तापन, संवातन और वातानुकूलन में ऊर्जा बचत के अवसरों को लिखिए।
11. प्रशीतन की विभिन्न कार्य-प्रणालियों को चित्र बनाकर समझाइए।
12. वायु सम्पीडक में ऊर्जा बचत के अवसरों को लिखिए।
13. वातानुकूलन में ऊर्जा बचत को समझाइये।
14. सुखदायी वातानुकूलन को प्रभावित करने वाले कारकों को लिखिए।
15. लीकेज को पता लगाने की विधि को समझाइये।
16. एकल क्रिया, एकल-अवस्था पश्चाग्र वायु सम्पीड़क की कार्यप्रणाली को समझाओ।
17. नोदक या प्रोपैलर पम्प को समझाइये।
18. प्रशीतन, प्रशीतन इकाई व निष्पादन गुणांक को समझाइये।

❑

AKC TECHNICAL CLASSES

5

लाइटिंग तथा डी०जी० सिस्टम
(Lighting and DG System)

लक्स या मीटर-कैण्डल (Lux or Metre-Candle)

यह प्रदीप्ति का व्यावहारिक (Practical) मात्रक है। मीटर-कैण्डल का संक्षिप्त रूप m-cd है। ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर को लक्स या मीटर-कैण्डल कहते हैं। अर्थात् सूत्र रूप में

$$\text{लक्स या मीटर-कैण्डल} = \frac{\text{ल्यूमेन (lumen)}}{\text{वर्ग मीटर (square metre)}}$$

$$= \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

ल्यूमेन (Lumen)

यह ज्योति फ्लक्स (प्रकाश शक्ति) का व्यावहारिक मात्रक है। इसका सूक्ष्म रूप lm है। प्रति सेकण्ड विकीर्ण होने वाली इकाई ल्यूमेन-सेकण्ड की प्रकाश ऊर्जा को ल्यूमेन या यूनिट ल्यूमेन कहते हैं।

नोट—जिस प्रकार वैद्युत शक्ति का मात्रक वाट (W) होता है, ठीक उसी प्रकार ज्योति फ्लक्स (प्रकाश शक्ति) का मात्रक ल्यूमेन (lm) होता है। विदित हो, कि यूनिट कैण्डल का मानक स्रोत 4π ल्यूमेन ज्योति फ्लक्स (प्रकाश शक्ति) उत्पन्न करता है और यूनिट ल्यूमेन ज्योति फ्लक्स (प्रकाश शक्ति) का मान लगभग 0·0016 वाट वैद्युत शक्ति के तुल्य होता है।

एफीकेसी (Efficacy)—यह ल्यूमीनस फ्लक्स तथा पावर का अनुपात है। इसका मात्रक ल्यूमेन प्रति वाट है।

$$\text{एफीकेसी} = \frac{\text{ल्यूमीनस फ्लक्स}}{\text{पावर}}$$

ल्यूमीनस एफीकेसी का अर्थ है कि कोई भी लाइट स्रोत कितनी दिखने वाली लाइट उत्पन्न कर रहा है।

लुमीनार—

(1) लुमीनार एक ऐसी युक्ति है जो एक या एक से अधिक लैम्पों द्वारा उत्पन्न लाइट को वितरण, फिल्टर तथा ट्रांसफॉरम करती है।

(2) कुछ केसों में लुमीनार का मतलब लैम्प के साथ लगने वाला आवश्यक सर्किट, उपसाधन है, ताकि उसे मुख्य सप्लाई से जोड़ दिया जाये।

(3) आप्टिकल लुमीनार में मौलिक सिद्धान्त का उपयोग रिफ्लेक्शन, ट्रांसमिशन, रिफरेक्शन के लिए किया जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

विसर्जन दीप (Discharge Lamps)

प्रतिदीप्ति नलिका दीप (Fluorescent Tube Lamp)

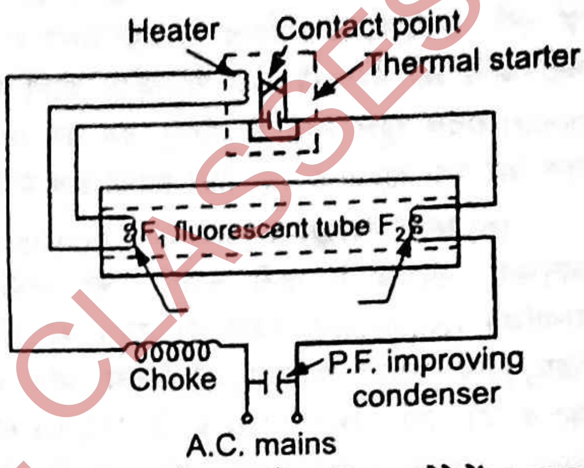
ट्यूब को प्रचालन स्थिति में लाने के लिए अन्य सहायक उपकरणों की भी आवश्यकता होती है। उनकी संरचना तथा कार्य प्रणाली निम्नवर्णित हैं—

1. आरम्भक या प्रवर्तक (अर्थात् स्टार्टर) (Starter)

ट्यूब लैम्प स्वप्रवर्तित (selfstarted) नहीं होता है; इसलिए इसको प्रकाशित करने के लिए स्टार्टर की आवश्यकता होती है। स्टार्टर एक स्वचालित स्विच (automatic switch) है, जिसकी सहायता से ट्यूब परिपथ में चोक द्वारा क्षणिक उच्च विभवान्तर पैदा किया जाता है, ताकि ट्यूब लैम्प का कार्य आरम्भ किया जा सके। ट्यूब-स्टार्टर को स्वचालित प्रवर्तक स्विच (automatic starter switch) भी कहते हैं। ये निम्नलिखित दो प्रकार के होते हैं—

(i) तापीय प्ररूपी प्रवर्तक स्विच (Thermal type starter switch)

(ii) प्रदीप्त विसर्जन प्रवर्तक स्विच (Glow discharge starter switch)



चित्र 5.1 : थर्मल स्टार्टर सहित फ्लोरेसेंट ट्यूब का संयोजन आरेख

(I) तापीय प्ररूपी प्रवर्तक स्विच (Thermal type starter switch)

(a) संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त—थरमल स्टार्टर में एक तापन अवयव (heating element) होता है और एक द्विधात्विक (bimetallic) पत्ती, जो दूसरी साधारण पत्ती से एक बिन्दु पर सम्पर्क करती है। ये दोनों पत्तियाँ सामान्य स्थिति में एक-दूसरे से सदैव सम्पर्क बिन्दु (contact point) पर सम्पर्कित (closed) रहती हैं। चित्र 5.1 के अनुसार, स्टार्टर-एलीमेंट को प्रदाय (supply) तथा किसी एक तनु के मध्य, श्रेणी में जोड़ते हैं और स्टार्टर को दोनों तन्तुओं के सिरों (terminals) से ट्यूब के समानान्तर में जोड़ते हैं, ताकि सप्लाई के ऑन होते ही परिपथ में धारा क्रमश: चोक, हीटर, प्रथम तन्तु, स्टार्टर व द्वितीय तन्तु में होकर प्रवाहित हो। जब ट्यूब को प्रकाशित करने के लिए सप्लाई को ऑन करते हैं, तब परिपथ मे धारा बहती है और स्टार्टर का हीटिंग एलीमेंट ऊष्मा उत्पन्न करने लगता है। इससे स्टार्टर की द्वि-धात्विक पत्ती गर्म होकर, एक तरफ को मुड़ जाती है और सम्पर्क बिन्दु अति शीघ्र खुल जाते हैं। फलस्वरूप तन्तुओं में स्टार्टर से होकर बहने वाली धारा का मान तत्काल ही शून्य हो जाता है। इस प्रकार ट्यूब परिपथ में स्टार्टर का कार्य समाप्त हो जाता है और ट्यूब, चोक द्वारा उत्पन्न किए गए क्षणिक विभव के कारण, प्रकाशित हो जाती है। स्टार्टर पर 0.05 μF का एक संधारित्र लगा रहता है, जो रेडियो व्यतिकरण निवारक (radio interference suppression) का कार्य करता है। वर्तमान समय में थर्मल स्टार्टर का उपयोग ट्यूब परिपथ में कम किया जाता है; क्योंकि इनमें निम्नलिखित कमियाँ हैं—

(i) ट्यूब के कार्य-काल में स्टार्टर के सम्पर्क बिन्दु पुन: परस्पर न मिल सकें; इसलिए धारा लगातार बहाकर, हीटिंग एलीमेंट को उत्तेजित (excited) रखना पड़ता है। इस प्रकार ऊर्जा-हानि अधिक बढ़ जाती है।

(ii) हीटिंग एलीमेंट में लगातार धारा बहने के कारण, स्टार्टर का जीवन-काल (life period) कम हो जाता है और इस प्रकार के स्टार्टर खराब होकर शीघ्र ही नष्ट हो जाते हैं।

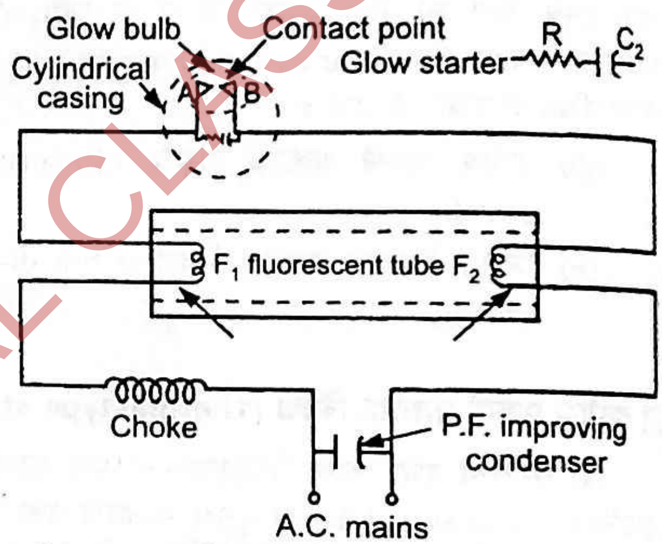
AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) ग्लो स्टार्टर की अपेक्षा, थर्मल स्टार्टर में हीटर के दो सिरे (terminals) अधिक होते हैं; अतः थर्मल स्टार्टर में चार सिरे होते हैं। इससे परिपथ जटिल हो जाता है और सम्बन्धन (connections) अधिक करने पड़ते हैं; इसलिए थर्मल स्टार्टर के कनेक्शन में समय अधिक लगता है।

(II) दीप्ति विसर्जन प्रवर्तक स्विच (Glow discharge starter switch)

(a) संरचना (Construction)—इस स्टार्टर में दो पत्तियाँ होती हैं। इनमें से एक के साथ एक द्विधात्विक पत्ती जुड़ी रहती है। ये दोनों पत्तियाँ एक छोटे काँच के बल्ब में बन्द रहती हैं, जिसे कम दवाव पर निष्क्रिय गैस (हीलियम, या आर्गन अथवा निऑन) से भरकर, शील्ड कर दिया जाता है और यह ग्लो-बल्ब कहलाता है। यह एक बेलनाकार टिन के छोटे डिब्बे में बन्द रहता है। ग्लो-बल्ब के आवरण पर रेडियोएक्टिव पदार्थ लेपित रहता है, जिससे उत्सर्जित कण ग्लो-बल्ब की गैस को कुछ चालकता प्रदान किए रहते हैं। सामान्य स्थिति में दोनों पत्तियों के सम्पर्क-बिन्दु (contact point) सदैव खुले रहते हैं; परन्तु जब यह स्टार्टर, परिपथ में कार्य करता है, तब ये सम्पर्क-बिन्दु आपस में जुड़कर, एक बार पुनः खुलते हैं और फिर स्थायी रूप में खुले ही रहते हैं।

(b) कार्य-सिद्धान्त (Working principle)—चित्र 5.2 के अनुसार, परिपथ में दोनों तन्तुएँ उक्त स्टार्टर की तरह ही संयोजित (connected) रहती हैं। ट्यूब को प्रकाशित करने के लिए, जब प्रदायी वोल्टता की स्विच ऑन की जाती है, तो प्रदाय का पूर्ण विभव (220 V से 240 V) स्टार्टर पर प्रयुक्त होता है। इसके कारण, स्टार्टर की दोनों पत्तियों के मध्य, वल्ब में भरी हुई, निष्क्रिय गैस से होकर, विद्युत-विसर्जन (electric discharge) शुरू हो जाता है और गैस उत्तेजित (ionized) हो जाती है, जिससे ग्लो-वल्ब में ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह द्विधात्विक पत्ती को प्रसारित कर, एक तरफ को मोड़ती है और द्विधात्विक पत्ती मुड़कर, दूसरी पत्ती को स्पर्श करती है। तब विद्युत-परिपथ के पूर्ण होते ही पत्तियों से होकर, प्रवल धारा प्रवाहित होने लगती है और लैम्प के तन्तु गर्म होकर, इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन (electron emission) प्रारम्भ कर देते हैं।



चित्र 5.2 : प्रदीप्त विसर्जन प्रवर्तक युक्त प्रतिदीप्त नलिका का संयोजन आरेख

ट्यूब के अन्दर गैस में इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति, गैस की चालकता को बढ़ा देती है और ट्यूब में विसर्जन की पूर्व स्थिति उत्पन्न कर देती है। इतने समय तक स्टार्टर के अन्दर ग्लो-विसर्जन (glow discharge) बन्द रहता है और निष्क्रिय गैस ठण्डी हो जाती है। इससे द्विधात्विक पत्तियाँ भी ठण्डी होकर, पुनः खुलती हैं।

इस प्रकार सम्पर्क बिन्दुओं का पृथक् होना, चोक माध्यम से, आवश्यक उच्च विभव प्रेरित करता है। उच्च विभव से दोनों तन्तुओं के बीच, तीव्र विद्युत-क्षेत्र उत्पन्न होता है, जो परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनों को अलग करके, लैम्प में भरी गैस तथा पारे की वाष्प को आयनीकृत कर देता है।

तत्काल ही दोनों तन्तुओं के मध्य विसर्जन (discharge) प्रारम्भ होता है और ट्यूब प्रकाशित हो जाती है। कार्यकाल में, चोक के आर-पार इतना अधिक विभवपात होता है कि ट्यूब शेष न्यून वोल्टता (110 to 120 V) पर ही कार्य करती है और यह वोल्टता, स्टार्टर के अन्दर पुनः ग्लो-विसर्जन (glow discharge) उत्पन्न करने की सामर्थ्य नहीं रखती; इसलिए स्टार्टर कॉंटैक्ट्स सामान्य स्थिति व ट्यूब कार्यकाल की स्थिति में स्थायी रूप से खुले (open) रहते हैं। स्टार्टर के सिरों के मध्य, समान्तर में 0.05 µF का एक संधारित्र लगा रहता है, जो रेडियो व्यतिकरण (radio interference) का दमन करता है। इसी संधारित्र के साथ श्रेणी में 10 Ω का प्रतिरोध संयोजित रहता है, जो स्टार्टर के सम्पर्क बिन्दुओं (contact points) को पिघल कर जुड़ने से रोकता है। ग्लो स्टार्टर में संयोजन के लिए केवल दो ही सिरे बाहर निकले होते हैं, जबकि थर्मल स्टार्टर में चार लीडें बाहर निकली होती हैं। यद्यपि थर्मल स्टार्टर प्रारम्भ होने में ग्लो-स्टार्टर की अपेक्षा कम समय लेता है, फिर भी वर्तमान समय में ग्लो-स्टार्टर का ही अधिक प्रयोग (use) होता है।

AKG TECHNICAL CLASSES

2. चोक (Choke)

यह सुचालक धातु के तार से निर्मित, कुण्डलाकार आकृति की एक उच्च प्रतिघात कुण्डली (high reactance coil) है, जिसमें प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित होने पर उच्च स्व-प्रेरण (high self induction) उत्पन्न होता है, चोक कॉइल कहलाता है। यह दो प्रकार के होते हैं—

(i) वायु क्रोड प्ररूपी चोक कॉइल (Air core type choke coil),

(ii) लोह क्रोड प्ररूपी चोक कॉइल (Iron core type choke coil)।

ट्यूब-सर्किट में लोहे के क्रोड वाला चोक कॉइल प्रयोग होता है। यह विद्युतरोधक युक्त इनैमल (enamel) ताम्र को सिलिकन इस्पात के पर्तदार क्रोड (laminated core) पर लपेट करके बनाया जाता है। इसे चित्र 5.2 के अनुसार, ट्यूब के साथ श्रेणीक्रम में संयोजित करते हैं। इसके मुख्य कार्य निम्नलिखित हैं—

(i) ट्यूब तन्तुओं का पूर्वतापन (preheating) करना।

(ii) आरम्भ में क्षणिक उच्च विभवान्तर उत्पन्न करना।

(iii) ट्यूब के कार्य-काल में, परिपथ की धारा पर नियन्त्रण रखना।

(iv) ट्यूब को न्यून कार्यकारी वोल्टता प्रदान करना।

चित्र 5.2 में, प्रदायी वोल्टता के चालू (on) होने पर आरम्भ में, स्टार्टर की सहायता से चोक (कॉइल) ट्यूब के अन्दर तन्तुओं पर क्षणिक उच्च विभवान्तर उत्पन्न करता है। इसके कारण, ट्यूब के अन्दर दोनों तन्तुओं के मध्य, आर्क उत्पन्न होता है और ट्यूब संचालित (conduct) होकर, प्रकाशित हो जाती है। इसके बाद ट्यूब को कार्यरत रखने के लिए, ट्यूब के आरपार 120 V के लगभग विभवान्तर की आवश्यकता होती है, जबकि सम्पूर्ण वोल्टता 240 V होती है।

(a) **चोक में क्षणिक उच्च विभव उत्पादन** (Production of instantaneous high voltage in a choke)—ट्यूब परिपथ में चोक द्वारा उत्पन्न, क्षणिक उच्च विभव निम्नलिखित उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है—

माना कि—

चोक (कॉइल) में वर्तों (turns) की संख्या, $N = 800$ टर्न

चोक (कॉइल) में प्रति वर्त स्वप्रेरकता, $L = 0{\cdot}5$ हेनरी

चोक (कॉइल) में आरम्भिक धारा का मान, $i = 0{\cdot}2$ ऐम्पियर

स्टार्टर में सम्पर्क विन्दु खुलने के बाद चोक में धारा = शून्य ऐम्पियर

वैद्युत धारा में परिवर्तन $di = (0{\cdot}2 - 0) = 0{\cdot}2$ ऐम्पियर

धारा परिवर्तन का समय = स्टार्टर में सम्पर्क बिन्दुओं का खुलने का समय

$di = 0{\cdot}1$ सेकण्ड (मान लिया जाए)

अर्थात्

तव चोक में उत्पन्न स्वप्रेरित विद्युत-वाहक बल (e.m.f.) ...(मानक सूत्र)

$$E = -N\frac{d\phi}{dt} \text{ वोल्ट}$$

$$\phi \propto i \quad \text{अर्थात्} \quad \phi = Li \text{ वेबर}$$

(हल करने पर)

$$\therefore \quad E = -N\frac{d(Li)}{dt} \text{ वोल्ट}$$

(मान रखने पर)

तथा
$$E = -NL\frac{di}{dt} \text{ वोल्ट}$$

(हल करने पर)

$$E = -800 \times 0{\cdot}5 \times \frac{0{\cdot}2}{0{\cdot}1}$$

$$= -800 \text{ वोल्ट}$$

AKC TECHNICAL CLASSES

(b) चोक द्वारा धारा पर नियन्त्रण (Current control by choke)—प्रत्यावर्ती धारा परिपथ में चोक द्वारा उत्पन्न स्वप्रेरित विद्युत-वाहक बल परिपथ के प्रदायी विभव का विरोध करता है। अर्थात् प्रदायी वोल्टता के घटने तथा बढ़ने पर क्रमशः परिपथ में धारा के मान को घटाने तथा बढ़ाने से रोककर स्थिर रखता है। इस प्रकार ट्यूब के कार्य-काल में परिपथ की धारा पर नियन्त्रण रहता है। दिष्टधारा प्रदाय (d.c. supply) के उपयोग में दिष्टधारा को उच्च प्रतिरोधी चोक द्वारा नियन्त्रित किया जाता है।

(c) नलिका परिपथ में चोक का प्रभाव (Effect of choke in tube circuit)—

(i) यह नलिका के अन्दर तन्तुओं (filaments) के पूर्वतापन (preheating) में सहायक होती है।

(ii) यह नलिका के अन्दर स्टार्टर की सहायक से उच्च वोल्टता की तरंग को उत्पन्न करती है, जिसे हिल्लोल वोल्टता (surge voltage) कहते हैं।

(iii) यह ट्यूब के अति शीघ्र प्रकाशित (enlight) होने में सहायक होती है।

(iv) चोक के कारण, परिपथ की प्रतिबाधा (z) बढ़ जाती है। फलस्वरूप परिपथ में धारा का मान कम हो जाता है और ट्यूब का सुरक्षा गुणक (safety factor) बढ़ जाता है।

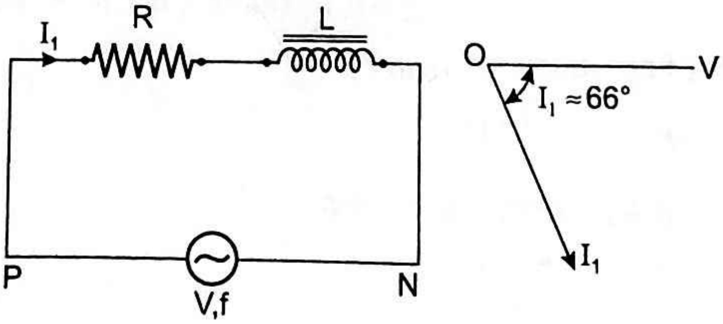
(v) चोक के आरपार विभवपात (zi-drop) अधिक होने के कारण, शेष न्यून वोल्टता (लगभग 120 V) पर ही ट्यूब कार्य करती है; जबकि प्रदायी वोल्टता लगभग 240 V होती है। अतः परिपथ में प्रदायी वोल्टता, चोक तथा ट्यूब के आरपार (across) बट जाती है और ट्यूब दीर्घायु वाली हो जाती है अर्थात् ट्यूब का जीवन-काल (life-period) बढ़ जाता है।

(vi) चोक के कारण, ट्यूब के सर्किट का शक्तिगुणक (power factor) कम हो जाता है, जिसे संधारित्र द्वारा उन्नत (improved by capacitor) किया जाता है।

दिष्टधारा स्रोत पर चोक में स्वप्रेरण की क्रिया नहीं होती और चोक के एक्रोस, विभवपात भी कम होता है। चूँकि दिष्टधारा परिपथ में चोक की प्रतिबाधा, चोक के प्रतिरोध के बराबर होती है और चोक का प्रतिरोध कम होता है; इसलिए चोक श्रेणी-क्रम में उचित मान का एक स्थिर प्रतिरोध (ballast resistor) संयोजित कर चोक का प्रतिरोध बढ़ाया जाता है। इससे ट्यूब के कार्यकाल में विभवपात का मान अधिक बढ़ जाता है। फिर से ट्यूब के आरपार वोल्टता लगभग 120 V रह जाती है और परिपथ में उचित मान की धारा बहती है।

3. शक्तिगुणक उन्नत संधारित्र (Power factor improvement capacitor)

चोक के कारण प्रतिदीप्ति नलिका (fluorescent tube circuit) परिपथ का शक्तिगुणक कम हो जाता है। इसका मान बढ़ाने के लिए प्रत्यावर्ती धारा प्रदाय के आरपार लगभग 5μF का एक संधारित्र संयोजित किया जाता है, जिसे शक्तिगुणक उन्नत संधारित्र कहते हैं। इससे नलिका परिपथ का शक्तिगुणक बढ़ जाता है।

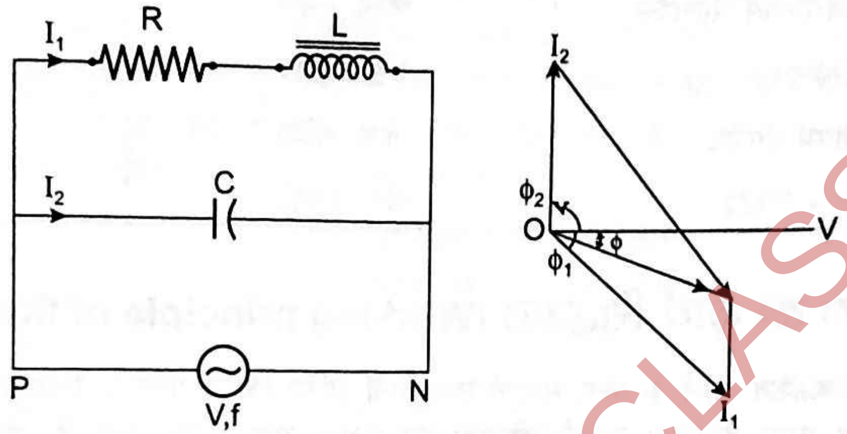


चित्र 5.3 : संधारित्र रहित प्रतिदीप्ति नलिका

AKC TECHNICAL CLASSES

चित्र 5.3 में प्रतिदीप्ति नलिका का संधारित्र रहित तुलय परिपथारेख तथा इससे सम्बन्धित सदिशारेख प्रदर्शित किया गया है। सदिशारेख से स्पष्ट है कि कला कोण ϕ_1 का मान अधिक होने के कारण, सम्बन्धित शक्तिगुणक $\cos \phi_1$ का मान कम (0.4 से 0.5) होगा।

चित्र 5.4 में प्रतिदीप्ति नलिका का संधारित्र सहित तुल्य परिपथ आरेख तथा इससे सम्बन्धित सदिशारेख दर्शाया गया है। सदिशारेख से स्पष्ट है कि परिणामी कला कोण ϕ का मान कम होने के कारण, सम्बन्धित शक्तिगुणक $\cos \phi$ का मान अधिक (0·85 से 0·95) होगा।



चित्र 5.4 : संधारित्र सहित प्रतिदीप्त नलिका

4. रेडियो व्यतिकरण निवारक संधारित्र (Radio interference suppressor capacitor)

आरम्भिक स्थिति में ट्यूब के अन्दर विद्युत-विसर्जन (electric discharge) होने के कारण, रेडियो आवृत्ति की तरंगें (radio frequency waves) उत्पन्न होती हैं, जिनसे निकट स्थित रेडियो की ध्वनि में तथा अन्य इलेक्ट्रॉनी उपस्करों के कार्य में बाधा पड़ती है। इस बाधा का दमन करने के लिए स्टार्टर के अन्दर समानान्तर में स्टार्टर तारों के मध्य 0.02-0.05 μF का एक संधारित्र संयोजित किया जाता है, जिसे रेडियो व्यतिकरण निवारक संधारित्र कहते हैं।

प्रतिदीप्ति नलिका की संरचना (Construction of fluorescent tube)

प्रतिदीप्ति ट्यूब का विद्युत-परिपथ चित्र 5.2 में प्रदर्शित किया गया है। 2·5 से 5 सेमी तक व्यास तथा 60 से 150 सेमी तक लम्बाई की एक काँच की नली के दोनों सिरों पर टंग्स्टन धातु के कुण्डलाकार तन्तु लगे होते हैं, जो उदग्र (electrode) कहलाते हैं। इन पर बेरियम ऑक्साइड का लेप चढ़ा रहता है, ताकि थोड़ा गर्म होने पर आसानी से अधिक मात्रा में इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित हों। इन दोनों तन्तुओं को नली के दोनों सिरों पर इस प्रकार बन्द (seal) किया जाता है कि प्रत्येक तन्तु के दोनों सिरे, पिन के रूप में बाहर निकले रहें, ताकि नली को विद्युत-परिपथ में सुविधापूर्वक संयोजित किया जा सके। ट्यूब के अन्दर की वायु निकालकर, ट्यूब में पारे के लगभग 2.5 मिलीमीटर न्यून दाब पर आर्गन या अन्य निष्क्रिय गैस भर दी जाती है और दो बूँद पारे की भी इसके अन्दर डाल दी जाती हैं। नली की भीतरी सतह प्रतिदीप्ति देने वाले पदार्थों के पाउडर का लेप कर दिया जाता है। पारद वाष्प में विसर्जन से निकलने वाली पराबैंगनी किरणें (ultraviolet rays) इस लेप में शोषित हो जाती है और उनसे दृश्य प्रकाश उत्पन्न होता है। कुछ प्रतिदीप्ति वाले पदार्थ और उनसे निकलने वाले प्रकाश का रंग निम्न तालिका में दिया गया है—

AKC TECHNICAL CLASSES

तालिका 5.1 : प्रतिदीप्ति पदार्थों के प्रकाश के रंगों की तरंग लम्बाइयाँ

क्र० सं०	प्रतिदीप्ति वाला पदार्थ	प्रकाश का रंग	तरंग लम्बाई
1.	कैडमियम बोरेट	लाल-गुलाबी	6150
2.	कैडमियम सिलिकेट	पीला-गुलाबी	5950
3.	जिंक बैरिलियम सिलिकेट	पीला-सफेद	5950
4.	जिंक सिलिकेट	हरा (ग्रीन)	5250
5.	मैग्नीशियम टंग्स्टेट	नीला-सफेद	4800
6.	कैल्शियम टंग्स्टेट	नीला (ब्लू)	4400

प्रतिदीप्ति नलिका का कार्य-सिद्धान्त (Working principle of fluorescent tube)

प्रतिदीप्ति नलिका प्रकाशित करने के लिए सम्पूर्ण उपसाधनों सहित विद्युत-परिपथ, चित्र 5.2 में दर्शाया गया है। जब ट्यूब लैम्प को प्रकाशित करने के लिए प्रदायी वोल्टता का स्विच ऑन किया जाता है, तो परिपथ में धारा, चोक, फिलामेंट व स्टार्टर से होकर प्रवाहित होती है और ट्यूब इलेक्ट्रोड गर्म होकर, इलेक्ट्रॉनों को उत्सर्जित करते हैं। इसके फलस्वरूप नलिका के अन्दर भरी आर्गन गैस का कुछ आयनीकरण हो जाता है और नलिका की अचालकता कम हो जाती है। इसी समय पर स्टार्टर के सम्पर्क बिन्दु (contact point) खुलते हैं और परिपथ में धारा का प्रभाव अचानक रुक जाता है। इस धारा परिवर्तन के फलस्वरूप चोक कॉइल में कुछ क्षण के लिए बहुत उच्च विभवान्तर उत्पन्न होता है। यह विभवान्तर नलिका में दोनों तन्तुओं के बीच लगता है, तो ट्यूब में तीव्र गति का विद्युत-क्षेत्र (strong electric field) उत्पन्न होता है, जो लैम्प में भरी निष्क्रिय गैस आर्गन तथा पारे की वाष्प को पर्याप्त मात्रा में आयनीकृत कर देता है। अव इलेक्ट्रॉनों, गैसीय आयनों तथा पारद वाष्प आयनों के कारण, नलिका की चालकता बढ़ जाती है और नलिका के अन्दर दोनों तन्तुओं के मध्य विसर्जन प्रारम्भ हो जाता है। विसर्जन का अर्थ है—प्रकाश और ऊष्मा विकिरित करते हुए धारा का प्रवाह। यह विसर्जन गैस द्वारा होता है; इसलिए इसे गैसीय विद्युत विसर्जन कहते हैं। विसर्जन आरम्भ होने से चोक में धारा वहती है और विभवान्तर कम हो जाता है; परन्तु इससे विसर्जन पर किसी प्रकार का कोई प्रभाव नहीं पड़ता; क्योंकि नलिका में एक बार विसर्जन आरम्भ होने के पश्चात् कम विभवान्तर पर भी विसर्जन चलता रहता है। इसके वाद चोक का कार्य, नलिका में विसर्जन तथा परिपथ में धारा को नियन्त्रित करता है।

उच्च दाब वाले पारद वाष्प दीप अर्थात् लैम्प (High Pressure Mercury Vapour Lamp)

(i) **मरकरी वेपर लैम्प सहायक उदग्र प्ररूपी** (M.A. Type Lamps)—ये लैम्प 250, 400 एवं 1000 वाट के साइज में बनाए जाते हैं और ऊर्ध्वाधर स्थिति में चोक के साथ 100/130 या 200/250 वोल्ट ए० सी० मैन्स पर कार्य करते हैं।

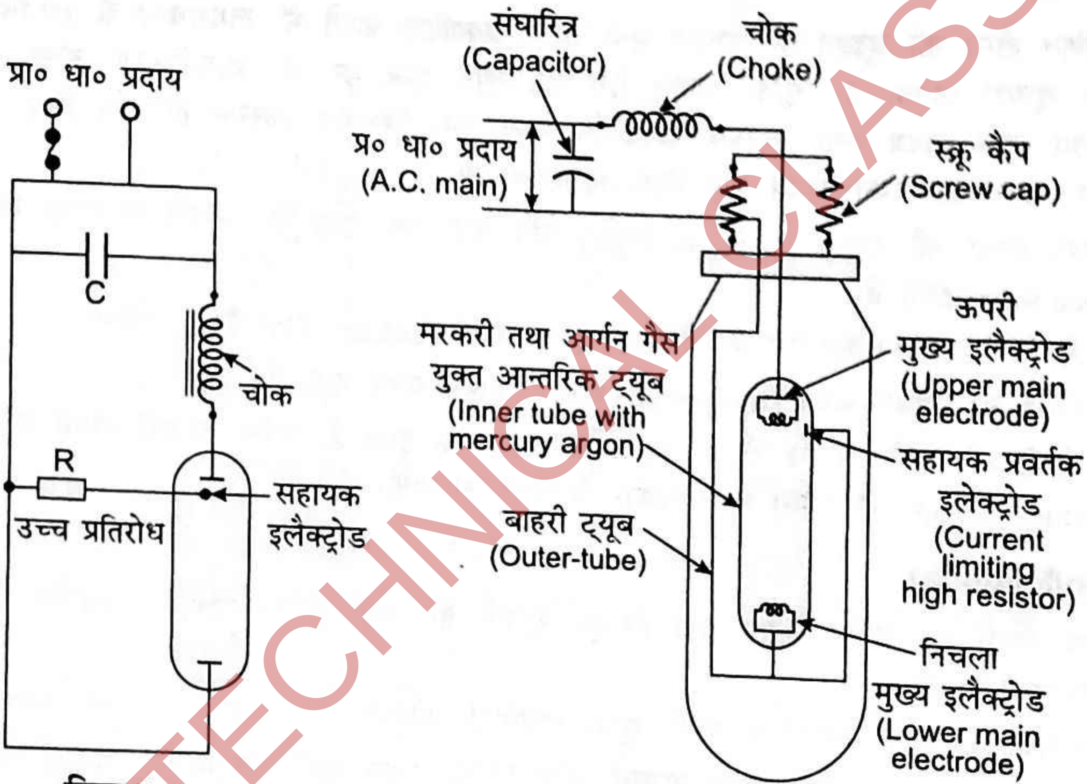
(ii) **मरकरी वेपर लैम्प सहायक उदग्र तथा टंग्स्टेन तन्तु प्ररूपी** (M.A.T. Type Lamps)—ये लैम्प 300 एवं 500 वाट के साइज में बनाए जाते हैं।

(iii) **मरकरी वेपर लैम्प बेनट कैप युक्त** (M.B. Type Lamps)—ये लैम्प 80 से 125 वाट के साइज में बनाए जाते हैं। ये अति उच्च दाब वाले लैम्प होते हैं और इन्हें किसी भी स्थिति में प्रतिष्ठापित कर, प्रयोग किया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

पारद-वाष्प सहायक उदग्र प्ररूपी लैम्प (M.A. Type Lamp)

चित्र 5.5 में प्रकाशित, यह लैम्प कठोर काँच बोरोसिलिकेट की ट्यूब का बना होता है, जिसे आर्क ट्यूब कहते हैं। इसके दोनों सिरों पर ऑक्साइड लेपित तार के कुण्डलाकार मुख्य उदग्र (main electrodes) लगे होते हैं। टोपी सिरा वाला ऊपरी उदग्र के पास एक आरम्भिक उदग्र होता है, जिसको सहायक उदग्र (auxiliary electrode) कहते हैं, जो नीचे वाले मुख्य उदग्र से एक श्रेणीबद्ध उच्च प्रतिरोध द्वारा संयोजित रहता है। यह सम्पूर्ण आर्क ट्यूब का संयोजन एक अन्य बाह्य, काँच की वायु निष्कासित नलिका (evacuated tube) में बन्द रहता है, ताकि आन्तरिक आर्किंग ट्यूब ताप परिवर्तन से सुरक्षित रहे और परिचालन के समय आन्तरिक आर्किंग ट्यूब उच्च ताप पर कायम रहे तथा ऊष्मा हानि कम हो। इस लैम्प की टोपी प्राय: चूड़ीदार होती है। लैम्प के साथ लैम्प में विसर्जित धारा के नियन्त्रण के लिए उचित क्षमता का एक चोक, श्रेणीक्रम से लगाया जाता है और शक्तिगुणक को उन्नत करने के लिए एक संधारित्र (capacitor) प्रत्यावर्ती धारा प्रदायी वोल्टता के आरपार (across) लगाया जाता है।



चित्र 5.5 : Connection diagram of M.A. type mercury vapour lamp

अन्दर की आर्किंग ट्यूब में कम दबाव पर आर्गन गैस की अल्प मात्रा के साथ थोड़ा मरकरी भरा होता है, जो शीत अवस्था में ट्यूब की आन्तरिक सतह पर जमा रहता है। जब प्रदायी वोल्टता का स्विच ऑन किया जाता है, तब सम्पूर्ण प्रदायी वोल्टता, नलिका (tube) के अन्दर दोनों मुख्य उदग्रों के मध्य लगती है। इससे नलिका (tube) में वैद्युत क्षेत्र स्थापित होता है। तब सर्वप्रथम ऊपर के मुख्य उदग्र तथा निकटवर्ती सहायक उदग्रों के मध्य दूरी कम होने के कारण, विसर्जन प्रारम्भ हो जाता है और ट्यूब की सम्पूर्ण आर्गन गैस आयनीकृत हो जाती है। इसके फलस्वरूप नलिका के अन्दर उत्पन्न हुआ ताप पारद को वाष्पित कर देता है और पारद वाष्प का आयनीकरण विभव नीचा होने से विसर्जन पारद में होने लगता है। एक बार जब आर्किंग ट्यूब पारद वाष्प से भर जाती है, तब धारा-प्रवाह के लिए दोनों मुख्य उदग्रों के मध्य कम प्रतिरोध का सुचालकीय परिपथ बन जाता है और दोनों मुख्य उदग्रों के बीच प्रबल बल विसर्जन होने लगता है और सहायक उदग्र द्वारा होने वाला प्राथमिक विसर्जन अथवा कार्बन के उच्च प्रतिरोध से होकर, बहने वाला धारा-प्रवाह स्वत: बन्द हो जाता है। इस सम्पूर्ण प्रक्रिया (operation) में, अर्थात् लैम्प को पूर्ण प्रकाशित होने में लगभग 5 से 10 मिनट तक का समय लगता है, जो लैम्प के अभिकल्प (design) पर निर्भर करता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

मरकरी वेपर लैम्पों के लक्षण तथा विशेषताएँ (F. and Ss.)

(i) कार्यकाल में लैम्प को ऊर्ध्वाधर स्थिति (vertical position) में (टोपी को ऊपर की ओर रखते हुए) लटकाते हैं, ताकि आर्क से आन्तरिक आर्किंग ट्यूब जलकर नष्ट न हो।

(ii) लैम्प को प्रकाशित करते समय, यदि चोक में लघुपथ त्रुटि (short circuit fault) हो अथवा चोक, भूल से लैम्प के आरपार समान्तर क्रम में लगा दिया गया हो, तो आर्किंग ट्यूब तत्पर नष्ट हो जाती है।

(iii) मरकरी लैम्प से बहुत अधिक मात्रा में पराबैंगनी किरणें (ultra-violet rays) निकलती हैं, जो आँखों के लिए हानिकारक हैं; इसलिए लैम्प की ओर प्रत्यक्ष खुली आँखों से नहीं देखना चाहिए। यही कारण है कि इन लैम्पों का प्रयोग अन्तर्द्वारीय प्रकाश (indoor lighting) के लिए नहीं होता।

(iv) मरकरी लैम्पों को पूर्ण रूप से प्रकाशित (enlighted) होने में लगभग 5 से 10 मिनट तक का समय लगता है।

(v) प्रकाशित लैम्प को बुझाने के पश्चात पुन: तत्पर प्रकाशित करने में, लगभग 5 से 10 मिनट तक का ही समय दुबारा लगता है। चूँकि आर्गन गैस का न्यून दाब पर ही आयनीकरण होना सम्भव होता है; इसलिए मुख्य उदग्र तथा सहायक उदग्र के मध्य पुन: विसर्जन आरम्भ होने के लिए ट्यूब का ठण्डा होकर, पारद वाष्प का दबाव कम होना आवश्यक है।

(vi) मरकरी लैम्पों की दक्षता 30 से 40 ल्यूमेन प्रति वाट तक होती है, अर्थात् तापदीप्त लैम्पों से दो गुनी (twice time) होती है।

(vii) इन लैम्पों से नीले-सफेद रंग का तीव्र प्रकाश विकीर्ण (radiate) होता है।

(viii) इन लैम्पों का जीवन-काल (life period) लगभग 5000 घण्टे होता है।

(ix) इन लैम्पों के साथ तापदीप्त लैम्पों का प्रयोग आवश्यक होता है, ताकि मरकरी लैम्पों के आरम्भिक काल (starting periods) के समय में अन्धकार से बचा जा सके।

अनुप्रयोग (Applications)

पारद वाष्प लैम्पों का प्रयोग, खुले तथा विस्तृत स्थानों पर बाह्य द्वारीय उत्प्लवी प्रकाशन (outdoor flood lighting) के लिए होता है; जैसे—

(a) शहर तथा कस्बों के आन्तरिक मार्गों, मुख्य राजमार्गों, चौराहों, वाहन क्रोसिंगों, पुलों, पनघटों आदि।

(b) मेलों, नुमाइशों, हाटों, पैठों, मुख्य बाजारों, तीर्थ स्थानों, स्नान घाटों, सिनेमाघरों, सर्कस स्थलों आदि।

(c) खेल-कूद के मैदानों, क्रीड़ा स्थलों, घुड़-दौड़ के स्थलों, मल्ल-युद्ध के स्थलों, रामलीला के मैदानों, परेड स्थलों, क्लबों, नौका विहारों, सर्कस के मैदानों आदि।

(d) मन्दिरों, मस्जिदों, गिरजाघरों, गुरुद्वारों, राष्ट्रपति भवनों, सचिवालयों, विधानसभा भवनों, आकाशवाणी के भवनों आदि महत्वपूर्ण इमारतों के ऊपर।

(e) बस स्टैण्डों, टैक्सी स्टैण्डों, रिक्शा व तांगा स्टैण्डों, रेलवे स्टेशनों, रेलवे यार्डों, शिप यार्डों, बन्दरगाहों, गोदी स्थानों (dack sides), डीजल तथा पेट्रोल पम्प हाउसों, औद्योगिक इकाइयों, गोदामों, बाह्य भण्डारों आदि।

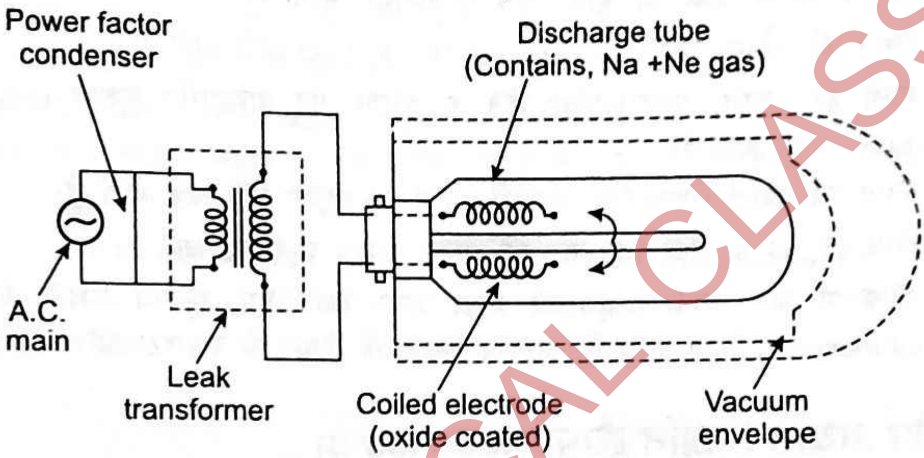
(f) विद्युत के जनक केन्द्रों, नियन्त्रण केन्द्रों, संचरण केन्द्रों, वितरण केन्द्रों आदि तथा इलेक्ट्रॉनिक के रेडियो स्टेशनों, दूरसंचारी स्तम्भों आदि।

AKC TECHNICAL CLASSES

सोडियम वेपर लैम्प (Sodium Vapour Lamp)

संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त (Construction and working principle)

चित्र 5.6 में प्रदर्शित कठोर काँच की बनी हुई U-आकार की एक विसर्जन नलिका के दोनों सिरों पर धातु के ऑक्साइड लेपित तन्तु लगे होते हैं, जो गर्म होकर इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करते हैं। विसर्जन ट्यूब में कम दबाव पर थोड़ी निऑन गैस तथा कुछ सोडियम धातु का चूर्ण भरा होता है। सामान्य ताप पर सोडियम, ठोस होने के कारण, नलिका की आन्तरिक सतह पर जमा रहता है। विसर्जन नलिका का निर्माण कठोर काँच तथा इसकी आन्तरिक सतह पर विशेष पदार्थ का लेप इसलिए किया जाता है; ताकि नलिका, गर्म वाष्पित सोडियम के प्रभाव को सुगमता से सहन कर सके। विसर्जन नलिका को सुरक्षित रखने के लिए एक दोहरी, शून्यीकृत (evacuated) काँच की वाह्य ट्यूब में बन्द कर दिया जाता है, ताकि ऊष्मा हानि कम हो और सोडियम अति शीघ्र वाष्पित हो जाए।



चित्र 5.6 : सोडियम वाह्य लैम्प का संयोजन आरेख

सोडियम वेपर लैम्प को प्रदायी वोल्टता, लीक ट्रांसफॉर्मर द्वारा दी जाती है, जिसका क्षरण प्रतिघात (leakage reactance) उच्च होता है। इससे यह सर्वप्रथम धारा के न्यूनतम मान ($I = 0$) पर सोडियम वेपर लैम्प के दोनों उदग्रों के मध्य, उच्च विभवान्तर (about 400 V) उत्पन्न करता है; परन्तु जैसे-जैसे नलिका (tube) में विसर्जन बढ़ता है, तो धारा-प्रवाह के कारण, ट्रांसफॉर्मर में वोल्टतापात भी बढ़ता है। कुछ समय पश्चात्, जब लैम्प प्रकाशित हो जाता है, तो शेष वोल्टता (about 160 V) ही ट्यूब को कार्यरत रखने में सफल होती है।

लीक ट्रांसफॉर्मर द्वारा, सोडियम वेपर लैम्प को, वोल्टता देने का कार्य इतना यथोचित (proper) तथा स्वचालित (automatic) होता है कि लैम्प परिपथ में कुण्डली या चोक आदि संयोजित करने की आवश्यकता नहीं होती, अर्थात् इस परिपथ में चोक का कार्य, लीक-ट्रांसफॉर्मर ही करता है।

सोडियम वेपर लैम्प परिपथ का शक्तिगुणक, लीक-ट्रांसफॉर्मर के कारण, अत्यन्त कम (about 0.3) होता है; इसलिए शक्तिगुणक को उन्नत करने के लिए, ट्रांसफॉर्मर से पूर्व परिपथ में प्रदायी वोल्टता के आरपार दोनों सिरों (terminals) के मध्य, एक संधारित्र लगा देते हैं।

वैद्युत प्रदायी वोल्टता के चालू (on) होते ही ट्रांसफॉर्मर की द्वितीयक कुण्डलन से संयोजित दोनों उदग्रों के मध्य, उच्च विभवान्तर उत्पन्न होता है।

इससे निऑन गैस में सर्वप्रथम विसर्जन प्रारम्भ हो जाता है और सम्पूर्ण निऑन गैस आयनीकृत होकर, नलिका से नारंगी रंग (orange colour) का प्रकाश निकालती है। इस विसर्जन से थोड़ी ऊष्मा उत्पन्न होती है, तो नलिका को गर्म कर, सोडियम को वाष्पित कर देती है। जब विसर्जन नलिका सोडियम वाष्प से भर जाती है, तब विसर्जन निऑन गैस में न होकर, केवल सोडियम वाष्प में होने लगता है; क्योंकि निऑन गैस का आयनीकरण विभव सोडियम के आयनीकरण विभव से बहुत उच्च है। दूसरे, वाष्पीकरण के बाद, नलिका में सोडियम वाष्प की अपेक्षा, निऑन गैस की मात्रा नगण्य

AKC TECHNICAL CLASSES

होती है। फलतः विसर्जन नलिका से निकलने वाला सुनहरे-पीले रंग का सम्पूर्ण तीव्र प्रकाश सोडियम वाष्प से विकीर्ण (radiate) होता है।

सोडियम वेपर लैम्प के सामान्य लक्षण तथा विशेषताएँ (F. and Ss.)

(i) सोडियम वेपर लैम्प का कार्यकारी तापक्रम लगभग 300°C है। विसर्जन नलिका को इस तापक्रम तक पहुँचने में दस से पन्द्रह मिनट (10 to 15 min) तक का समय लगता है, तत्पश्चात् लैम्प पूर्ण प्रकाश विकीर्ण करता है।

(ii) यह लैम्प न्यून दाब पर कार्य करता है; इसलिए यह दुबारा गर्म रहने पर भी शीघ्र आरम्भ होकर, प्रकाश देने लगता है; जबकि मरकरी लैम्प ठण्डा होकर, पुनः आरम्भ होता है।

(iii) इस लैम्प के परिपथ में चोक का कार्य, लीक ट्रांसफॉर्मर करता है।

(iv) सोडियम लैमप की औसत आयु (average life) लगभग 2500 घण्टे होती है।

(v) सोडियम लैम्प का प्रकाश, सुनहरा-पीला होने के कारण, यह बाह्यद्वारीय प्रकाश (outdoor lighting) के प्रयोग (use) में लाया जाता है।

(vi) सोडियम लैम्पों की दक्षता व्यावहारिक रूप से 40 से 50 ल्यूमेन प्रति वाट होती है।

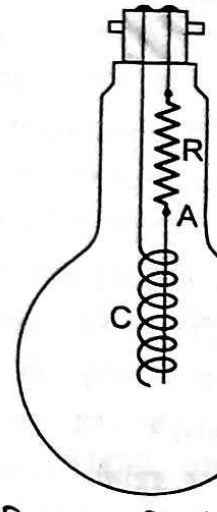
(vii) सोडियम लैम्प 45, 60, 85 तथा 140 वाट की मानक क्षमता में बनाए जाते हैं।

(viii) सोडियम लैम्प में प्राय: टोपी (cap) को थोड़ा ऊपर रखते हुए, झुकाव स्थिति में, क्षैतिज आरोपित (horizontal mounted) किया जाता है, अन्यथा किसी भी स्थिति में रखकर प्रदीप्त किया जा सकता है।

निऑन गैस दीप अर्थात् निऑन लैम्प (Neon lamp)

संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त (Construction and working principle)

कोल्ड कैथोड लैम्प कम धारा तथा उच्च वोल्टता प्ररूपी लैम्प होते हैं। चित्र 5.7 में निऑन लैम्प भी एक इसी प्रकार का लैम्प है, जिसमें कैथोड को गर्म करने के लिए अन्य सहायक आरम्भिक उदग्र (starting electrode) की आवश्यकता नहीं होती। एक काँच के बल्ब की सम्पूर्ण वायु निकालकर, इसमें दाब पर निऑन गैस को हीलियम की थोड़ी मात्रा के साथ भर दिया जाता है। इसका कारण यह है कि हीलियम गैस का आयनीकरण विभव निऑन गैस की अपेक्षा अधिक होता है। निऑन गैस का आयनीकरण विभव अन्य साधारण गैस कार्बन, नाइट्रोजन आदि की अपेक्षा कम होता है। बल्ब में शुद्ध लोहे के बने हुए दो उदग्र 'एनोड व कैथोड' होते हैं, जिन्हें क्रमशः A व C से दर्शाया गया है। एनोड सीधे तार के आकार का और कैथोड मोटे तार के सर्पिल (spiral) के रूप में होता है। बल्ब में ये दोनों उदग्र एक-दूसरे के पास-पास इसलिए लगाए जाते हैं, ताकि बल्ब कम वोल्टता पर काम कर सके; इसलिए लैम्प 110 V (a.c.) तथा 150 V (d.c.) पर कार्य करने हेतु बनाए जाते हैं। ए० सी० लैम्प में दोनों उदग्रों का साइज समान रहता है; परन्तु डी० सी० लैम्प में एनोड की अपेक्षा, कैथोड का साइज कुछ बड़ा होता है; क्योंकि कैथोड के समीप गैस दीप्ति (gas flow) होती है और कैथोड दीप्ति (cathode glow) से ही नारंगी लाल (pink) रंग का प्रकाश निकलता है।



चित्र 5.7 : निऑन लैम्प

220 V की वोल्टता वाले निऑन लैम्पों में एक उच्च प्रतिरोध R, इसके धनोद (anode) के श्रेणी में लगा होता है, जो वैद्युत धारा को नियन्त्रित करता है। निऑन लैम्प प्रायः 5 वाट की क्षमता (capacity) के बनाए जाते हैं। इनकी दक्षता 15 से लेकर 40 लूमन प्रतिवाट (lm/watt) तक होती है। इन्हें ए० सी० एवं डी० सी० स्विच-बोर्ड, कन्ट्रोल-बोर्ड तथा

AKC TECHNICAL CLASSES

पेनल-बोर्डों पर संकेत लैम्पों (indicating lamps) की तरह प्रयोग किया जाता है; परन्तु निऑन साइन ट्यूब का प्रयोग अधिकतर विज्ञापन (advertising) तथा सजावट (decoration) के लिए ही किया जाता है। निऑन साइन ट्यूब का विस्तृत वर्णन अगले अनुच्छेद (next article) में किया गया है।

निऑन साइन ट्यूब (Neon sign tube)

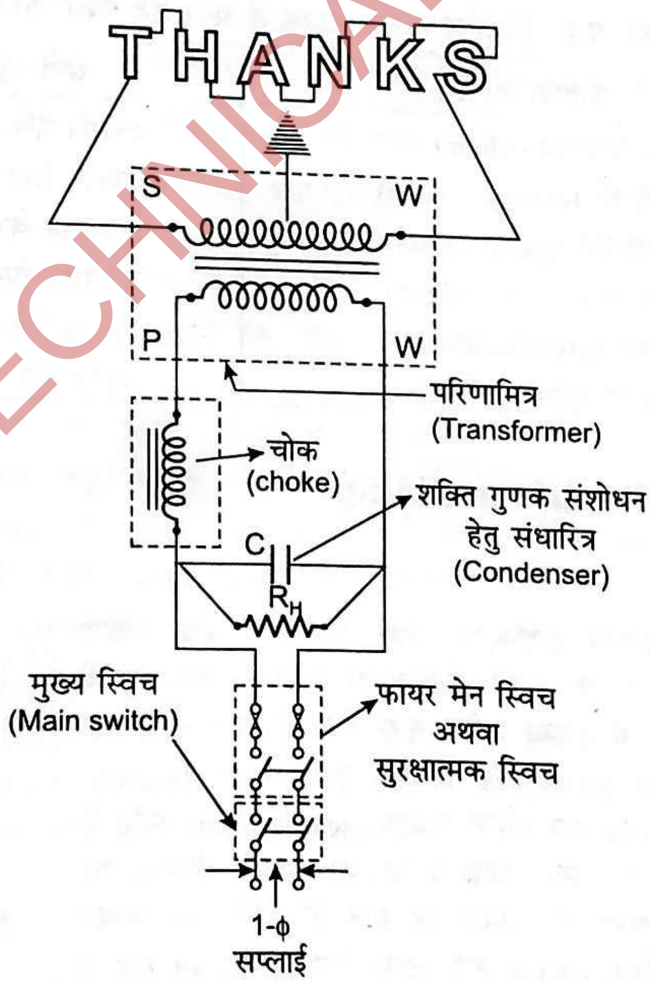
संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त (Construction and working principle)

चित्र 5.8 में प्रदर्शित, निऑन साइन ट्यूब के इलेक्ट्रिकल सर्किट डायग्राम में, सिंगल फेज एल०सी० सप्लाई; मेन-स्विच; फायर मेन-स्विच; फ्यूज; कैपेसिटर; चॉक; स्टेप-अप ट्रांसफॉर्मर आदि दर्शाए गए हैं। निऑन साइन ट्यूब के इलेक्ट्रिकल सर्किट में प्राय: निम्नलिखित दो स्विचों का प्रयोग होता है—

प्रथम–मेन स्विच (Main switch)—इसे नलिका को 'चालू तथा बन्द' (On and Off) करने के लिए प्राय: नियमित रूप से प्रयोग (regularly use) किया जाता है।

द्वितीय–फायर मेन स्विच (Fire main switch)—इसे नलिका को बन्द (Off) करने के लिए यदा-कदा आपातकालीन (आग लगने वाली) स्थिति में प्रयोग किया जाता है; इसलिए इसे इमारत अथवा परिसर (building or premises) से बाहर लगाया जाता है।

निऑन साइन ट्यूब एक प्रकार की शीत ऋणोद प्ररूपी नलिका (cold cathode type tube) है, जिसमें किसी प्रकार के तापक अवयव (heating element) की आवश्यकता नहीं होती है और इसका प्रारम्भिक विद्युत-विसर्जन (initial electric discharge) उच्च वोल्टता (about 3 kV) पर होता है।



चित्र 5.8 : निऑन साइन ट्यूब का इलैक्ट्रिक सर्किट डाइग्राम

AKC TECHNICAL CLASSES

निऑन साइन ट्यूब का प्रयोग प्रकाश के लिए अति कम होता है। इसका प्रयोग अधिकतर विज्ञापन तथा सजावट के लिए अत्यधिक होता है। विज्ञापन के लिए शब्द इसमें खण्डों के रूप में समूहित (grouped in the form of parts) किए जाते हैं। प्रत्येक खण्ड की लम्बाई 2 मीटर से लेकर 5 मीटर तक हो सकती है, जिसके दोनों सिरों पर दो उदग्र लगाये जाते हैं। इन उदग्रों के आरपार स्टेप-अप ट्रांसफॉर्मर द्वारा 2 kV से 5 kV तक सिंगल फेज ए०सी० सप्लाई प्रदान की जाती है, जो नलिका की लम्बाई पर निर्भर करती है। इस प्रकार प्रत्येक खण्ड (चित्र 5.8) के साथ एक परिवर्तनीय अंश निष्कासित परिणामित्र (tapped transformer) लगाया जाता है। तत्पश्चात् इन खण्डों को श्रेणीक्रम में व्यवस्थित कर, विज्ञापन अथवा सजावट के लिए प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार विज्ञापन के लिए प्रयुक्त एक बड़ी निऑन साइन ट्यूब के खण्डों के लिए नए ट्रांसफॉर्मरों की आवश्यकता होती है।

निऑन साइन ट्यूब की दक्षता लगभग 40 ल्यूमन प्रति वाट होती है और इसका व्यास लगभग 20 मिलीमीटर होता है। इसमें प्रवाहित धारा 60 mA से लेकर 75 mA तक निर्धारित उच्च वोल्टता पर कायम रहती है। इस निर्धारित वोल्टता को निम्न प्रकार से दो भागों में बाँटा जा सकता है—

= उदग्रों के आरपार वोल्टतापात + नलिका के आरपार वोल्टतापात

$= 150\,V/electrode \times 2$ Nos. of electrodes

$= 500\,V/m \times 5$ m tube length

$= 300\,V + 2500\,V = 2800\,V + 2 \cdot 8\,kV$

भारतीय बाजारों में कई प्रकार की रंगीन प्रकाश वाली निऑन साइन ट्यूब प्राप्त होती है। निऑन साइन ट्यूब का यह रंगीन प्रकाश, इसमें भरी जाने वाली गैस अथवा वेपर पर निर्भर करता है, जो निम्नलिखित तालिका से स्पष्ट है—

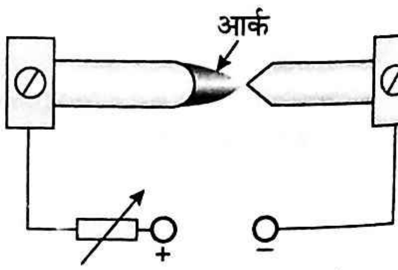
तालिका 5.2 : निऑन साइन ट्यूब में भरी गई गैसों का रंग

क्रमांक	प्रकाश का रंग	भरी गई गैस/वेपर (वाष्प)
1.	लाल रंग (red colour)	निऑन गैस (अधिक)
2.	नारंगी रंग (orange colour)	निऑन गैस (कम)
3.	सुनहरा रंग (golden colour)	सोडियम वेपर
4.	पीला रंग (yellow colour)	हीलियम गैस
5.	हरा रंग (green colour)	निऑन गैस + मरकरी वेपर
6.	नीला रंग (blue colour)	आर्गन गैस

इलेक्ट्रिक आर्क लैम्प (Electric arc lamp)

परिचय (Introduction)

स्वतन्त्र वायु माध्यम में उत्पन्न इलेक्ट्रिक आर्क से अति तीव्र प्रकाश निकलता है। इसी सिद्धान्त पर आर्क लैम्पों की संरचना होती है। ये बहुत पुरानी किस्म के लैम्प हैं। वर्तमान समय में इनका प्रयोग कम होता है। इन लैम्पों का प्रयोग अधिकतर वर्णपटमापी (spectrometer), प्रकाश गृहों (light houses), चित्रपट प्रक्षेपकों (cinema projectors) एवं खोजी प्रकाश (search light) आदि में होता है। ये लैम्प ए० सी० एवं डी० सी० दोनों प्रकार की प्रदायी वोल्टता पर सफलतापूर्वक कार्य करते हैं। ये लैम्प तीन प्रकार के होते हैं, जैसे—(i) कार्बन आर्क लैम्प, (ii) मैग्नेटाइट आर्क लैम्प, (iii) मरकरी आर्क लैम्प; परन्तु इन सब में कार्बन आर्क लैम्प ही अधिकतर प्रयोग में लाया जाता है।



चित्र 5.9 : कार्बन आर्क लैम्प

AKG TECHNICAL CLASSES

कार्बन आर्क लैम्प (Carbon arc lamp)

संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त (Construction and working principle)

कठोर कार्बन की पेन्सिलाकार दो छड़ें, जिन्हें उदग्र (इलैक्ट्रोड) कहते हैं, एक विशेष प्रकार के स्टैण्ड में लगी होती हैं। इनके नुकीले सिरों को एक-दूसरे से मिलाकर, सम्पर्क स्थापित किया जाता है। जब अन्य दोनों विपरीत सिरों के एक्रोस 70 से 80 वोल्ट की डी० सी० सप्लाई लगाई जाती है; तब धारा प्रवाहित होने से, नुकीले सिरों पर, उच्च स्पर्श प्रतिरोध के कारण, अधिक ताप (heat) उत्पन्न होता है और दोनों नुकीले सिरे शीघ्र तापदीप्त (incandescent) हो जाते हैं। अब इन नुकीले सिरों को थोड़ा सा अलग करने पर, दोनों सिरों के बीच आर्क प्रारम्भ हो जाता है। इससे कार्बन वाष्पित होकर, कार्बन गैस में बदलता है और सफेद तीव्र प्रकाश निकलता है। कार्बन गैस के ये कण धनात्मक उदग्र के सिरे से ऋणात्मक उदग्र के सिरे की ओर चलते हैं। इसके फलस्वरूप धनात्मक उदग्र का सिरा खोखला होता जाता है और उसमें एक गड्डा बन जाता है। दूसरी ओर ऋणात्मक उदग्र का सिरा नुकीला होता जाता है और नुकीला ही बना रहता है। कार्बन के ये वाष्पित कण ही परिपथ को टूटने नहीं देते; इसलिए विद्युत-विसर्जन की क्रिया लगातार चलती रहती है। इस क्रिया में कार्बन के कणों का वायु से मिलकर, ऑक्सीकरण होता रहता है और दोनों उदग्र के सिरे जलकर, धीरे-धीरे क्षय होते रहते हैं। धनात्मक सिरे की जलने की दर, ऋणात्मक सिरे के जलने की दर से दो गुनी होती है; इसलिए धनात्मक उदग्र का परिच्छेद (x-section), ऋणात्मक उदग्र के परिच्छेद (x-section) से दो गुना मोटा होता है। प्रत्यावर्ती धारा कार्बन लैम्प के दोनों उदग्र समान परिच्छेद (x-section) के एकरूप होते हैं। कार्बन कण जलकर नष्ट होने के कारण ही दोनों सिरों के बीच की दूरी लगातार धीरे-धीरे बढ़ती रहती है। जब यह अन्तराल (gap) बढ़कर अधिक हो जाता है, तो दोनों सिरों के मध्य 'आर्क' बन्द हो जाता है। इस आर्क को लगातार बनाए रखने के लिए, समय-समय पर उदग्र को एक-दूसरे के निकट खिसकाकर, व्यवस्थित (adjust) करना आवश्यक होता है। छोटे लैम्पों के अलावा लगभग सभी बड़े लैम्पों में यह कार्य प्राय: स्वचालित युक्ति (automatic device) द्वारा होता है।

कार्बन आर्क लैम्पों के लक्षण तथा विशेषताएँ (Features and specialities of Carbon arc lamps)

(i) कार्बन लैम्पों को आर्क उत्पन्न करके, प्रकाश युक्त (illuminate) करने के लिए, प्रारम्भ में दोनों उदग्रों के नुकीले सिरों को क्षणिक स्पर्श में लाकर, तत्काल दूर करके, आर्क उत्पन्न करना आवश्यक होता है। बाद में आर्क स्वत: कायम रहता है।

(ii) उदग्रों को व्यवस्थित (adjust) करने हेतु, प्राय: सभी बड़े लैम्पों में स्वचालित यन्त्र लगे रहते हैं, ताकि लैम्प बुझ न सके।

(iii) आर्क लैम्पों की विसर्जन क्रिया, किसी बन्द विसर्जन नलिका (tube) की गैस में न होकर, बाहर वायुमण्डल की स्वच्छ तथा स्वतन्त्र वायु के माध्यम में होती है।

(iv) ए० सी० आर्क लैम्प की अपेक्षा, डी० सी० आर्क लैम्प अधिक स्थायी (stable) आर्क उत्पन्न करके, प्रखर प्रकाश देते हैं; क्योंकि इसमें केवल एक ही धनात्मक उदग्र होता है।

(v) ऋणात्मक प्रतिरोध गुणांक के कारण आर्क स्वयं अस्थायी (unstable) होता है; इसलिए आर्क को स्थिरता देने के लिए, श्रेणी में एक प्रतिरोध संयोजित कर देते हैं; परन्तु इससे लैम्प की दक्षता कम हो जाती है।

(vi) कार्बन आर्क लैम्पों के लिए वोल्टता 45 V से अधिक तथा 100 V से कम अर्थात् 70 V से 80 V वाली वोल्टता की आवश्यकता होती है। आर्क के आधार पर वोल्टतापात लगभग 45 V से 60 तक होता है। इसे निम्नलिखित सूत्र द्वारा अनुमानित किया जाता है—

$$V = 36 + \frac{35(l + 0 \cdot 8)}{\sqrt{I}}$$

यहाँ l, सेन्टीमीटर में आर्क की लम्बाई और I ऐम्पियर में आर्कन धारा है।

(vii) लैम्प के कार्यकाल में धनात्मक उदग्र के शीर्ष (tip) का तापक्रम 3500°C से 4000°C तक रहता है और ऋणात्मक उदग्र के शीर्ष का तापक्रम लगभग 2500°C रहता है।

(viii) आर्क लैम्पों की दक्षता उच्च (40 से 65 लूमन/वाट) होती है।

(ix) कार्बन उदग्र के शीर्षों (tips) का चमकीलापन (brightness) 100 से 200 कैन्डेला प्रति वर्ग मिलीमीटर तथा विशेष प्रकार के उदग्रों के शीर्षों (tips of electrodes) का चमकीलापन 2000 कैन्डेला प्रति वर्ग मिलीमीटर तक होता है।

(x) कार्बन आर्क लैम्पों में लगभग 85% प्रकाश धनात्मक उदग्र द्वारा, 100 प्रतिशत प्रकाश ऋणात्मक उदग्र द्वारा तथा 5 प्रतिशत प्रकाश वायु द्वारा उत्पन्न होता है।

(xi) आर्क लैम्पों के प्रकाश में पराबैंगनी प्रकाश (ultraviolet light) की मात्रा अधिक होती है, जो आँखों के लिए हानिकारक है; इसलिए इस तीव्र प्रकाश से आँखों की सुरक्षा के लिए रंगीन चश्में का प्रयोग करते हैं।

लाइटनिंग में ऊर्जा संरक्षण की तकनीक

(1) लैम्प स्रोत को बदलकर
 (i) काम्पैक्ट फ्लोरोसेंट लैम्प (CFL)
 (ii) उच्च तीव्रता वाले विसर्जन लैम्प
  (a) मरकरी वेपर लैम्प
  (b) धातु हैलाइड लैम्प
  (c) उच्च दाब वाले सोडियम वेपर लैम्प
 (iii) लाइट एमिटिंग डायोड (LED)

(2) ऊर्जा दक्ष लुमेनेयर (Luminaires) फिटिंग का उपयोग करके।

(3) लाइटनिंग कंट्रोल गियर का उपयोग करके।

(4) लाइटनिंग के लिए अलग से ट्रांसफॉर्मर या सर्वो स्टेबलाइजर का संस्थापन करके।

डी० जी० सेट (D.G. Set)

डीजल इंजन एक प्राइम मूवर है जो विद्युत ऊर्जा का उत्पादन करने के लिए आल्टरनेटर को चलाता है। डीजल इंजन से वायु को सिलेंडर में डाला जाता है तथा उच्च दाब पर वायु को 14 : 1 से 25 : 1 तक संपीडित किया जाता है। संपीडन के दौरान वायु 700-900°C तक गर्म हो जाती है। डीजल ईधन की नपी हुई मात्रा को सिलेंडर में पहुँचाया जाता है जोकि एक साथ प्रज्ज्वलित होता है। अत: अधिक तापमान होने के कारण डीजल इंजन को संपीडन प्रज्ज्वलन इंजन भी कहते हैं।

डी० जी० सेट को चक्र प्रकार (cycle type) के अनुसार वर्गीकृत किया जा सकता है—

(1) दो स्ट्रोक इंजन

(2) चार स्ट्रोक इंजन

ज्यादातर आईसी इंजन में चार स्ट्रोक का उपयोग किया जाता है—

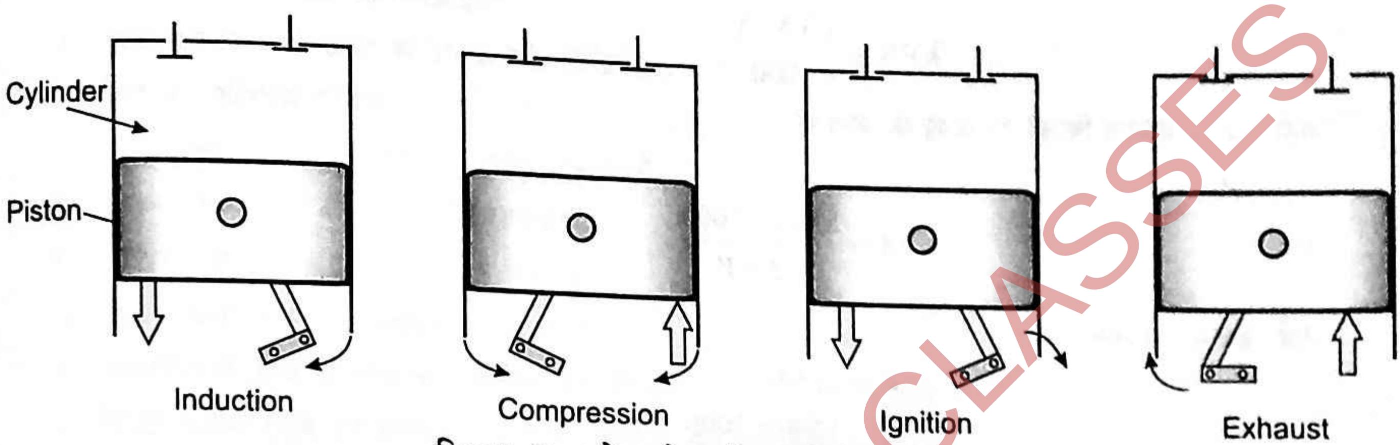
(1) **प्रेरण स्ट्रोक** (Induction stroke)—जब इनलेट वाल्व खुला होता है तो अवरोधी पिस्टन ताजी हवा को अन्दर ले आता है।

AKTECHNICAL CLASSES

(2) **संपीडन स्ट्रोक** (Compression stroke)—जब वाल्व बंद होता है तो हवा को 25 bar दाब पर संकुचित किया जाता है।

(3) **इग्निशन तथा पावर स्ट्रोक** (Ignition and Power stroke)—ईंधन को इंजेक्ट किया जाता है जबकि वाल्व बंद होते हैं (ईंधन इंजेक्शन वास्तव में पिछले स्ट्रोक के अंत में शुरू होता है), ईंधन एकसाथ प्रज्वलित होता है तथा दहन गैसों के द्वारा पिस्टन नीचे की तरफ आ जाता है।

(4) **निकास स्ट्रोक** (Exhaust stroke)—निकास वाल्व खुला है तथा उठता हुआ पिस्टन बची हुई गैस को बाहर निकाल देता है।

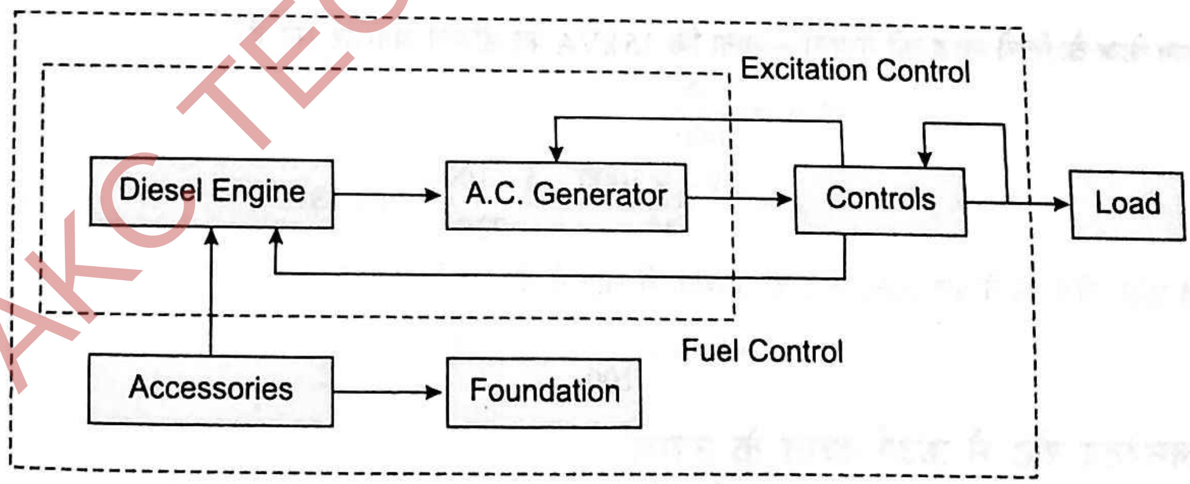


चित्र 5.10 : फोर स्ट्रोक डीजल इंजन का चित्र

चूँकि पावर केवल एक स्ट्रोक के दौरान उत्पन्न होती है इसलिए सिंगल सिलेंडर फोर-स्ट्रोक इंजन में एकरूपता की कमी है। मल्टी-सिलेंडर इंजन के साथ एकरूपता प्राप्त की जा सकती है क्योंकि क्रैंकशाफ्ट पर क्रैंक एक-दूसरे के संबंध से चलती है।

डी०जी० सेट सिस्टम

डीजल जनरेटिंग सेट को एक प्रणाली माना जाना चाहिए क्योंकि इसका सफल संचालन निम्न घटकों पर निर्भर करता है—



चित्र 5.11 : डीजल जनरेटर सेट सिस्टम

(a) डीजल इंजन तथा उपसाधन

(b) ए० सी० जनरेटर

AKC TECHNICAL CLASSES

(c) नियंत्रण प्रणाली तथा स्विच गियर

(d) फाउंडेशन तथा पावर हाउस सिविल कार्य

(e) अपने स्वयं के घटकों का कनेक्टेड लोड, जैसे कि हीटिंग, मोटर ड्राइव, प्रकाश आदि।

लोड की गणना

माना कि एक 1500 kVA का डीजल जनरेटर सेट जिसका P.F. = 0·8 है, तीन फेज सिस्टम के लिये

$$\text{kVA} = \frac{\sqrt{3}\ \text{V.A.}}{1000}$$

जहाँ V = वोल्टेज किन्हीं दो फेजों के बीच में

A = धारा

तथा

$$A = \frac{\text{kVA} \times 1000}{\sqrt{3} \times V}$$

यहाँ kVA = 1500

$$V = 415\ \text{V}$$

$$A = \frac{1500 \times 1000}{1\cdot 732 \times 4\cdot 5}$$

$$= 2086\cdot 86$$

यह फुल लोड धारा है। परन्तु हम फुल लोड उपयोग में नहीं लाते हैं क्योंकि इससे कॉयल फुंक सकती है। अत: हम किसी भी डीजल जनरेटर सेट पर 80% तक लोड डाल सकते हैं।

तो

$$\text{डीजल जनरेटर पर लोड} = \frac{80}{100} \times 2086\cdot 86$$

$$= 1669\cdot 44\ \text{Amp}$$

इतने लोड पर डीजल जनरेटर सेट की दक्षता अधिक होगी तथा फुंकने का खतरा नहीं रहेगा तथा लाइफ बढ़ जायेगी।

एकल फेज के लिये लोड की गणना—माना कि 15 kVA का डीजल जनरेटर सेट है।

$$\text{kVA} = \frac{\text{V.A.}}{1000}$$

$$A = \frac{\text{kVA} \times 1000}{V} = \frac{5 \times 1000}{220} = 68\cdot 18\ \text{A}$$

परन्तु कुल लोड का केवल 80% लोड ही उपयोग में लाते हैं तो

$$A = 68\cdot 18 \times \frac{80}{100} = 54\cdot 544$$

डीजल जनरेटर सेट में ऊर्जा बचत के उपाय

(1) डीजल इन्जन का अनुरक्षण करें।

(2) इन्जेक्शन पम्प का रखरखाव न होने के कारण ईंधन की खपत 4 g/kWh बढ़ जाती है।

(3) खराब नोजल के कारण ईंधन की खपत 2 mg/kWh बढ़ जाती है।

(4) चोक फिल्टर के कारण ईंधन की खपत 2 mg/kWh बढ़ जाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

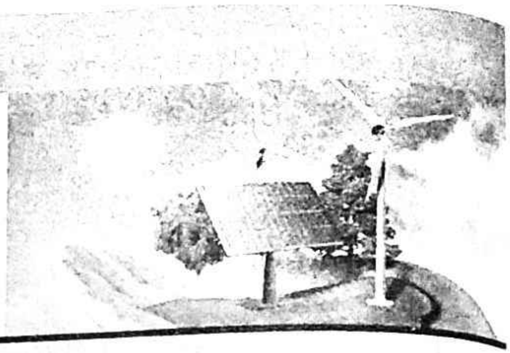
(5) प्रति kWh ऊर्जा उत्पादन में लगने वाले ईंधन की खपत लगातार नापनी चाहिए।
(6) बेहतर लोडिंग तथा ईंधन अर्थव्यवस्था के लिए DG सेटों का समानांतर पर संचालन करें।
(7) डीजी सेट के अच्छे प्रदर्शन के लिए नियमित फील्ड ट्रायल तथा रख-रखाव की योजना बनायें।

प्रश्नावली

1. डीजी सेट को विस्तार से समझाइये।
2. डीजी सेट में ऊर्जा बचत के उपायों को लिखिये।
3. निम्न की परिभाषा दीजिए—
   (i) ल्यूमेन (ii) लक्स (iii) एफीकेसी
4. मरकरी वेपर लैम्प को विस्तार से समझाइये।
5. सोडियम वेपर लैम्प को विस्तार से समझाइये।
6. कार्वन आर्क लैम्प को विस्तार से समझाइये।
7. लाइटनिंग में ऊर्जा संरक्षण की तकनीक को लिखिए।
8. निऑन साइन ट्यूब की संरचना तथा कार्य-सिद्धान्त को समझाइये।
9. प्रतिदीप्ति नलिका के कार्य सिद्धान्त को समझाइये।
10. डी०जी० सेट में लोड की गणना को समझाइये।

AKC TECHNICAL CLASSES

6



ऊष्मा उपयोग में ऊर्जा दक्षता
(Energy Efficiency in Thermal Utilities)

ऊष्मा ऊर्जा (Thermal Energy)

तापीय ऊर्जा किसी वस्तु या प्रणाली द्वारा वस्तु प्रणाली के भीतर कणों की आवाजाही के कारण ऊर्जा है। तापीय ऊर्जा विभिन्न प्रकार की ऊर्जाओं में से एक है, जहाँ ऊर्जा को कार्य करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जा सकता है तथा कार्य, लागू बल के कारण किसी वस्तु की गति है। एक प्रणाली बस कुछ सीमा के भीतर वस्तुओं का एक संग्रह है। इसलिए, थर्मल ऊर्जा को उसके कणों की गति के कारण काम करने की क्षमता के रूप में वर्णित किया जा सकता है।

क्योंकि ऊष्मीय ऊर्जा कणों की गति के कारण होती है, यह गतिज ऊर्ज का एक प्रकार है, जो कि ऊर्जा गति के कारण होती है। थर्मल ऊर्जा के परिणामस्वरूप आन्तरिक तापमान होता है तथा इस तापमान को मापा जा सकता है। उदाहरण के लिए, थर्मामीटर पर डिग्री सेल्सियस या फारेनहाइट में, किसी वस्तु या प्रणाली के भीतर जितने तेज कण चलते हैं, उतना ही अधिक तापमान नोट किया जाता है।

थर्मल एनर्जी का अनुप्रयोग

तापीय ऊर्जा के एक सरल उदाहरण को लेते हैं। स्टोव के हीटिड एलीमेन्ट में थर्मल ऊर्जा होती है और जितना अधिक (तेज) स्टोव को चलाते हैं, उतनी अधिक आन्तरिक ऊर्जा स्टोव में होती है। बहुत ही बेसिक स्तर पर ऊष्मीय ऊर्जा अणुओं की गति के कारण जो कि स्टोव के मेटल ऐलीमेन्ट को बनाती है, मुझे पता है कि आप अणुओं को हिलते हुए नहीं देख सकते, लेकिन वे हिलते हैं। अणु जितने तेज होंगे उसमें उतनी अधिक आन्तरिक थर्मल होगी।

माना, एक पानी के बर्तन को हीटिंग एलीमेन्ट के ऊपर रखा जाता है। क्या होता है, स्टोव सही कार्य करता है, है ना? वैसे नहीं, जैसाकि हम आमतौर पर इसके बारे में सोचते हैं। यहाँ कार्य का मतलब किसी चीज की गति से है, जब उस पर बल लगाया जाता है। विशेष रूप से स्टोव की तापीय ऊर्जा पॉट के कणों और अंततः पानी तेजी से आगे बढ़ने का कारण बनती है। हीटिंग ऐलीमेन्ट की आन्तरिक ऊर्जा को बर्तन में और अन्त में पानी को बर्तन में स्थानान्तरित किया जाता है। चूल्हे से बर्तन तक और पानी में ऊष्मीय ऊर्जा के इस हस्तान्तरण को ऊष्मा कहते हैं। इन टर्म को सही रखरखाव बहुत महत्वपूर्ण है। इस सन्दर्भ में ऊष्मा वह शब्द है जिसका उपयोग हम विशेष रूप से एक वस्तु या एक प्रणाली से दूसरी में तापीय ऊर्जा के हस्तान्तरण के लिए करते हैं, जो कि कुंजी है। थर्मल ऊर्जा वह ऊर्जा है जो वस्तु के भीतर या सिस्टम के भीतर कणों की गति के कारण होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

यदि आप अपना हाथ स्टोव के ऊपर रखते हैं तो आप गर्मी महसूस कर सकते हैं। ऊष्मा बदले में पॉट और पानी के भीतर अणुओं की गति देती है। यदि आप पानी में थर्मामीटर लगाते हैं, तो जैसे पानी गर्म होता है तो आप तापमान में वृद्धि देख सकते हैं। दुबारा से आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि से तापमान में वृद्धि होगी।

ईंधन में ऊर्जा तत्व (Energy Content in Fuels)

आग की खोज के बाद से, मनुष्यों ने आग या गर्मी पैदा करने के लिए ईंधन के रूप में कई अलग-अलग पदार्थों का उपयोग किया है। जानवरों के गोबर से लेकर कोयले और तेल तक और हाल ही में परमाणु प्रतिक्रियाएँ, भारी मात्रा में जीवाश्म ईंधन का उपयोग करने के बारे में बहुत चिंता है क्योंकि ये वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड के बढ़ते स्तर को जन्म देती है। कुछ ऊर्जा नीति विश्लेषकों का मानना है कि बायोमास का उपयोग करने से वायुमण्डलीय कार्बन डाइऑक्साइड नियत स्तर पर रहेगी, क्योंकि इन सामग्रियों का दहन प्रकाश संश्लेषण के ठीक उलट है। हालांकि बायोमास के अधिकांश रूपों को आसानी से परिवहन या उपयोग नहीं किया जाता है। बायोमास ईंधन के साथ नई प्रौद्योगियाँ बायोमास को अधिक उपयोग करने योग्य उत्पाद में परिवर्तित करने के लिए माक्रोबियल फरमन्टेशन का उपयोग करती हैं। उदाहरण के लिए, गन्ने का फरमन्टेशन करने से इथेनॉल तथा जानवरों के गोबर का फरमन्टेशन करने से मीथेन बनती है। इस प्रयोग को करने का उद्देश्य केवल यह है कि इन दो ईंधनों का दहन करने से उत्पन्न ऊर्जा में कितना अन्तर है। मिट्टी का तेल हाइड्रोकार्बन का मिश्रण है तथा अधिक घटी हुई केमिकल अवस्था में है तथा वायु का कोई भी अणु नहीं है।

अपने उद्देश्य के लिए हम इस तेल को गैसोलीन डीजल ईंधन तथा घरेलू गर्म किये गये तेल के साथ वर्गीकृत करेंगे। इथेनॉल एक अल्कोहल है जो आंशिक रूप से ऑक्सीकृत कार्बनिक अणु है, जिसमें हर दो कार्बन परमाणुओं के लिए एक ऑक्सीजन परमाणु होता है। इथेनॉल भी एक अल्कोहल है, जो कि अल्कोहल पदार्थ तथा शराब में उपस्थिति है। कई पर्यावरणविद्-ईंधन के रूप में, विशेष रूप से ऑटोमोबाइल के लिए बायोमास फरमन्टेशन से इथेनॉल के साथ गैसोलीन या तेल के प्रतिस्थापन की वकालत कर रहे हैं।

ऊर्जा यूनिट तथा तेल के बराबर मीट्रिक टन के सन्दर्भ में इसका रूपान्तरण (Energy Units and its Conversion in Terms of Metric Tonne of Oil Equivalent)

ऊर्जा यूनिट

ऊर्जा की बातों में कई प्रकार की इकाइयों का उपयोग किया जाता है। इनकी दो श्रेणियाँ हैं—(अ) वो जिनकी परिभाषा किसी विशेष ईंधन से सम्बन्धित नहीं है; जिन्हें हम मूल इकाइयाँ कहते हैं। (ब) वो जिनकी परिभाषा एक विशिष्ट ईंधन के आदर्शीकृत गुणों से सम्बन्धित है, जिन्हें हम यहाँ स्रोत-आधारित इकाइयाँ कहते हैं।

मूल इकाइयाँ (Basic Units)

जूल (J)

यह मीट्रिक प्रणाली की बुनियादी ऊर्जा इकाई है या बाद में अधिक व्यापक रूप में, अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली इकाइयाँ (S.I.) हैं। इसको मीटर, किलोग्राम तथा सेकण्ड में परिभाषित किया जाता है।

कैलोरी

ज्यादातर कैलोरी को पानी के हीटिंग के संदर्भ में परिभाषित किया गया है। इस प्रकार एक पारंपरिक परिभाषा में एक कैलोरी 14.5 डिग्री सेल्सियस से 15.5 डिग्री सेल्सियस तक 1 ग्राम पानी का तापमान 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊष्मा की मात्रा है। हाल ही में कैलोरी को जूल के संदर्भ में परिभाषित किया गया है। कैलोरी और जूल के बीच समानता को यांत्रिक समकक्ष ऊष्मा कहते हैं।

ब्रिटिश थर्मल यूनिट (बी०टी०यू०)

आई० टी० यूनिट वह है जिसे डी० ओ० ई०/ई० आई० ए० प्रकाशनों में उपयोग किया जाता है।

किलोवाट-घंटा (kWh)

किलोवाट-घंटा बिजली उत्पादन और खपत की एक मानक इकाई है।

$$1 \text{ किलोवाट} = 1000 \text{ वाट}$$

$$1 \text{ किलोवाट आवर} = 3.6 \times 10^6 \text{ जूल}$$

Kwh तथा Btu के बीच का सम्बन्ध इस बात पर निर्भर करता है कि किस Btu का उपयोग किया जाता है।

$$1 \text{ Kwh} = 3412 \text{ Btu}$$

बड़े पैमाने पर इकाइयां

राष्ट्रीय या वैश्विक ऊर्जा बजट का वर्णन करने में Joule, Btu तथा Kwh के आधार पर बड़े पैमाने पर इकाइयों का उपयोग करना आम बात है।

$$1 \text{ EJ} = 1018 \text{ J}$$

Quadrillion Btu (quad)

$$1 \text{ quad} = 1015 \text{ Btu} = 1.055 \text{ EJ}$$

Terowatt-year (TW yr)

$$1 \text{ TW yr} = 8.76 \times 1012 \text{ kWh} = 31.54 \text{ EJ}$$

$$= 29.89 \text{ quad}$$

स्रोत आधारित रूपांतरण फैक्टर तथा यूनिट (Source based Converson Factors and Units)

वास्तविक ऊर्जा सामग्री तथा नॉमिनल समकक्ष (Actual Energy Content and Nominal Equivalents)

ऊर्जा के उत्पादन और उपयोग पर चर्चा करने में, ईंधन की भारी मात्रा के संदर्भ में बोलना अक्सर सुविधाजनक होता है; जैसे कि एक बैरल तेल या एक टन कोयला। इन शब्दों का उपयोग कभी-कभी न केवल किसी वॉल्यूम या द्रव्यमान को दर्शाने के लिए किया जाता है, बल्कि ऊर्जा की मात्रा का प्रतिनिधित्व करने के लिए भी किया जाता है। सम्बन्धित ईंधन पर प्राथमिक ध्यान केंद्रित करने में उपयोगी होते हुए, इस तरह के दृष्टिकोण में एक आंतरिक अशुद्धता है क्योंकि तेल और कोयला विभिन्न उत्पादों को प्रति इकाई द्रव्यमान के साथ विभिन्न प्रकार के उत्पादों को साथ लगाते हैं।

ईंधन विशेष रूप से तेल और कोयले की वास्तविक ऊर्जा सामग्री में व्यापक विविधता को देखते हुए, यह नाममात्र ऊर्जा के समकक्ष पेश करना आम है, जो दिए गए ईंधन की एक विशिष्ट ऊर्जा सामग्री को दर्शाता है; लेकिन वास्तविक ईंधन में होने वाली विविधताओं से अलग है। ऊर्जा समकक्ष को वैकल्पिक ऊर्जा माना जा सकता है, जो जूल, कैलोरी या बीटीयू जैसी इकाइयों से सम्बन्धित है।

AKC TECHNICAL CLASSES

तेल के लिए रूपांतरण कारक (Conversion Factors for Oil)

विभिन्न देशों के कच्चे तेल की ऊष्मा की मात्रा लगभग 5.6 मिलियन बीटीयू (एमबीटी) प्रति बैरल से लगभग 6.3 एमबीटी तक भिन्न होती है। आदर्श रूपी पेट्रोलियम उत्पादों की ऊष्मा सामग्री और भी भिन्न होती है। एक नोमिनल रूपांतरण कारक का उपयोग कभी-कभी कच्चे तेल की एक वैरल के लिए किया जाता है, जो इसकी वास्तविक औसत ऊर्जा सामग्री (content) के करीब है।

1 बैरल तेल के बराबर = 5.80 MBtu

इस परिभाषा के साथ, प्रति दिन लाखों वैरल तेल (एमबीडी) और क्वैड्स के बीच एक सम्बन्ध स्थापित किया जाता है।

$$1\ \text{Mbd} = 0.0058 \times 365 = 2.12\ \text{quad/yr}$$

or

$$1\ \text{Mbd} = 2\ \text{quad/yr}$$

तेल के लिए एक ऊर्जा तुल्यता भी प्रति मीट्रिक टन (टन) ऊर्जा के संदर्भ में निर्दिष्ट (specified) की जा सकती है।

संयुक्त राज्य अमेरिका के लिए, औसत 7.33 बैरल/टन था। यह औसत 5.8 MBtu/bbl के नाममात्र समतुल्य के साथ मिलकर 42.5 MBtu/टन के कच्चे तेल के लिए एक ऊष्मा सामग्री से सम्बन्ध रखती है।

एक टन तेल समतुल्य (toe) के साहित्य में अलग-अलग परिभाषाएँ हैं। OECD/IEA प्रकाशनों में इसे 10.0 kcal (IT) (4) के बराबर सेट किया जाता है। जबकि अन्य प्रकाशनों में इसे 10.7×106 Kcal (थर्मोकेमिकल)

$$1\ \text{toe} = 1.00 \times 1010\ \text{cal (IT)} = 41.868\ \text{GJ}$$
$$= 39.68\ \text{MBtu (IT)}$$

तथा

$$1\ \text{toe} = 1.07 \times 1010\ \text{cal (thermochemical)}$$
$$= 44.769\ \text{GJ} = 42.46\ \text{MBtu (thermochemical)}$$

OECD/IEA सारणी में 4.1868 × 101 GJ के बराबर, तेल समतुल्य (M toe) के मेगाटोन को सभी ईंधनों की ऊर्जा सामग्री का वर्णन करने के लिए सामान्य इकाई के रूप में उपयोग किया जाता है। एक समान बड़ी इकाई, तेल समकक्ष के गिगाटन (गोटे) एक्सजौले और क्वाड से सम्बन्धित हो सकती है।

$$1\ \text{G toe} = 41.868\ \text{EJ} = 39.68\ \text{quad}$$

कोयले के लिए रूपांतरण कारक (Conversion Factors for Coal)

कोयले की मात्रा लघु टन तथा मीट्रिक टन दोनों में वर्णित किया जाता है। देशों के बीच ऊष्मा की सामग्री (content) व्यापक रूप से भिन्न होती है। कुछ क्षेत्रों के लिए 10 एमबीटी/टन से कम और दूसरों के लिए लगभग 30 एमबीटी/टन तक की औसत, जहाँ कम ऊष्मा सामग्री एक बड़े लिग्नाइट अंश से मेल खाती है। संयुक्त राज्य अमेरिका के लिए 1995 में औसत 20.9 एमबीटीयू/टन या नोमिनल मान के काफी व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले विनिर्देश (specification) में 1 टन कोयले के समकक्ष ऊर्जा सामग्री 7 × 109 कैलोरी

$$1\ \text{tonne of coal (equiv)} = 29.3\ \text{GJ} = 27.8\ \text{MBtu}$$

$$1\ \text{ton of coal (equiv)} = 26.6\ \text{GJ} = 25.2\ \text{MBtu}$$

प्राकृतिक गैस के रूपांतरण कारक (Conversion Factors for Natural Gas)

प्राकृतिक गैस बड़े पैमाने पर बनाई जाती है परन्तु पूरी मीथेन (CH_4) नहीं है तथा इसकी ऊर्जा सामग्री कोयले की तुलना में ज्यादा समान है। अधिकांश स्रोतों के लिए सूखी प्राकृतिक गैस की सकल ताप सामग्री 900 Btu/ft^3 तथा 1100 Btu/ft^3 के बीच में है।

AKC TECHNICAL CLASSES

विशेष रूप से प्राकृतिक गैस पर आधारित ऊर्जा को व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली इकाई नहीं है। फिर भी प्राकृतिक गैस की ऊष्मा सामग्री अक्सर 1000 Btu/ft^3 के मान से अनुमानित होती है। प्राकृतिक गैस के उत्पादन और खपत की चर्चा में यूनिट **थर्म** का उपयोग करना भी आम है, जहाँ

$$1 \text{ थर्म} = 100{,}000 \text{ Btu}$$

गीगावाट-वर्ष (GY yr) (Gigawatt-year—GY yr)

ज्यादातर बड़े संयन्त्रों की क्षमता को 1 GW विद्युत आउटपुट के रूप में दर्शाया जाता है। इसका मतलब Giga Watt year (GY yr) एक प्राकृतिक यूनिट है तथा कुल विद्युत उत्पादन को GW yr में दर्शाया जाता है।

परिभाषा से $$1 \text{ GW yr} = 8.76 \times 10^4 \text{ Kwh}$$

यहाँ यह वात ध्यान देने की है कि 1 GWe संयन्त्र का मतलब यह नहीं है कि वह प्रति वर्ष 1 GW yr विद्युत उत्पादन कर रहा है।

$$1 \text{ GW yr} = 3.15 \times 10^{16} \text{ J} = 9.5 \times 10^{16} \text{ J thermal output}$$

अत: $$1 \text{ quad} > 11 \text{ GW yr}$$

भाप-जनित्र या बॉयलर (Boilers)

परिभाषा

भाप-जनित्र या बॉयलर वह युक्ति है, जिसमें ईंधन-दहन के फलस्वरूप उपजी ऊष्मा जल को अन्तरित (transfer) कर, उच्च तापमान तथा दाब (सामान्य से अधिक) पर भाप उपजायी जाती है।

सामान्य तापमान 27°C तथा सामान्य दाब 1 किया॰/सेमी॰^{2} माना जाता है।

भाप-जनित्र के कार्य (Functions)

(i) ईंधन-दहन के फलस्वरूप बॉयलर-भट्टी में उपजी ऊष्मा, जल को अन्तरित करना।

(ii) भाप को वांछित दाब व तापमान पर उपजाना तथा संचित करना।

(iii) विभिन्न गुण-स्तर की भाप आवश्यकतानुसार सप्लाई करना; जैसे आर्द्र-भाप (wet steam), संतृप्त भाप (saturated stream), शुष्क एवं संतृप्त भाप (dry and saturated stream) तथा अतितप्त भाप (super heated steam)।

भाप-जनित्र के प्रमुख तत्व (Main elements)

(i) ऊष्मा का स्रोत (source of heat suply) अर्थात् बॉयलर-भट्टी जिसमें ईंधन का दहन कर ऊष्मा उपजायी जाती है।

(ii) पानी एकत्र करने का आधान-पात्र (water container)।

(iii) भाप संचित करने के लिए उच्च दाब क्षमता वाला आद्यान-पात्र (high pressure vessel)।

बॉयलर में भाप उपजाना

बॉयलर में जल एकत्रित करने तथा भाप को संचित करने के लिए आद्यान-पात्र (container) या बॉयलर-ड्रम (boiler drum) होता है। बॉयलर-भट्टी में ईंधन के जलने से ऊष्मा उपजती है जो फ्लू-गैसों के माध्यम से जल को अन्तरित होती है और उच्च दाब व ताप पर उपजाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

भाप के उपयोग

(i) **शक्ति के लिए**—भाप-इन्जन या भाप टरबाइन के उच्च दाब व ताप वाली भाप को भेजकर भाप-इन्जन के पिस्टन को गतिशील करना या भाप-टरबाइन के रोटर-ब्लेड्स को घुमाना और उससे यान्त्रिक शक्ति प्राप्त करना।

(ii) **औद्योगिक उपयोग**—कपड़ा मिलों में ब्लीचिंग के लिए भाप का उपयोग होता है। कुछ रासायनिक उद्योगों, लॉण्डरी (laundary) तथा चीनी-मीलों में भी यह काम आती है।

भाप के लाभ (Advantages)

(i) भाप को उपजाने के लिए पानी की आवश्यकता होती है और प्रकृति में पानी की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध है।

(ii) पानी तथा भाप में ऊष्मा अन्तराल (heat tranfer) के अच्छे गुण हैं।

(iii) पानी तथा भाप धातुओं (metals) तथा जीवों पर बुरा प्रभाव नहीं डालते।

भाप के अलाभ (Disadvantages)

(i) भाप को उपजाने के लिए बड़े संयन्त्र की आवश्यकता होती है।

(ii) भाप को संचित करने के लिए मजबूत व बड़े आयतन वाले पात्र की आवश्यकता होती है।

(iii) भाप उपजाने में पानी तथा ईंधन को भारी मात्रा में इकट्ठा करने की आवश्यकता होती है।

बॉयलरों का वर्गीकरण (Classification of boilers)

वॉयलर अनेक प्रकार के होते हैं तथा इनकी संरचना व कार्य प्रणाली भी भिन्न होती है। अतः बॉयलरों का वर्गीकरण भी अनेक बातों पर निर्भर करता है।

विभिन्न वॉयलरों को मुख्य रूप से निम्न दो वर्गों में बाँटा जा सकता है—

(1) **धूम्र-नली या अग्नि-नली बॉयलर** (Flue-tube or fire-tube boiler)।

(2) **जल-नली बॉयलर** (Water-tube boiler)।

धूम्र-नली बॉयलरों के अन्दर भट्टी में उपजी दूध-गैसें धूम्र-नलियों (smoke tube) से गुजरती हैं और जल इन नलियों के बाहर रहता है। दग्ध-गैसों की ऊष्मा धूम्र-नलियों के माध्यम से जल को अन्तरित होती है और भाप उपजती है। इस सिद्धान्त पर आधारित प्रमुख बॉयलर हैं—रेल-इन्जन बॉयलर (locomotive boiler), कॉकरन बॉयलर (cochran boiler) तथा लंकाशायर वॉयलर।

जल नली बॉयलरों में जल-नलियाँ होती हैं, जिनमें जल का संचार होता है और दग्ध-गैसें इन नलियों को बाहर से ऊष्मा प्रदान करती हैं। फलस्वरूप नलियों में भाप बनती है जो बॉयलर ड्रम में एकत्रित होती है। इस प्रकार के प्रमुख बॉयलर बैबकॉक और विलकॉक्स बॉयलर स्टर्लिंग आदि हैं।

बॉयलरों के अन्य वर्गीकरण

बॉयलरों को उनकी संरचना तथा अन्य विशेषताओं के आधार पर अग्र प्रकार भी वर्गीकृत किया जा सकता है—

(1) बॉयलर में भट्टी की स्थिति के अनुसार

(अ) **अन्तः दहन बॉयलर** (Internally fired boilers)

(ब) **बाह्यः दहन बॉयलर** (Externally fired boilers)

AKC TECHNICAL CLASSES

अन्तःदहन बॉयलरों में भट्टी की उपस्थिति बॉयलर खोल (boiler shell) के अन्दर होती है, जैसे कि रेल-इन्जन, लंकाशायर बॉयलरों में।

बाह्यःदहन बॉयलरों में भट्टी की स्थिति बॉयलर-खोल के बाहर परन्तु बॉयलर चिकनाई के भीतर होती है, जैसे कि वैबकॉक और विलकॉक्स तथा स्टर्लिंग बॉयलरों में।

(2) बॉयलर खोल की स्थिति के अनुसार

(अ) **खड़ा बॉयलर** (Vertical boiler)

(ब) **क्षैतिज बॉयलर** (Horizontal boiler)।

खड़े बॉयलर में इसका खोल (shell) खड़ी स्थिति में होता है। सरल खड़ा बॉयलर, कॉकरन बॉयलर इसके उदाहरण हैं।

क्षैतिज बॉयलर में इसका खोल क्षैतिज में स्थापित होता है; जैसे कि रेल-इन्जन तथा बैबकॉक और विलकॉक्स बॉयलरों में।

(3) उद्देश्य के आधार पर

(अ) **चल बॉयलर** (Mobile boilers)

(ब) **अचल बॉयलर** (Stationary boilers)

चल-बॉयलर सामान्यतया रेल-इन्जन तथा मेरीन इन्जन (marine engines) में प्रयोग किये जाते हैं।

अचल-बॉयलर स्थित रहते हैं। इनका उपयोग स्थिर भाप-इन्जनों, भाप-टरबाइन आदि के लिये होता है।

(4) भाप के दाब पर आधारित बॉयलर

(अ) **निम्न दाब बॉयलर** (Low pressure boilers)—इस वर्ग में ऐसे बॉयलर आते हैं जिनमें 16 किग्रा०/सेमी०^2 दाब तक भाप उपजायी जा सके। जैसे रेल इन्जन बॉयलर, कॉकरन तथा लंकाशायर बॉयलर आदि।

(ब) **मध्यम दाब बॉयलर** (Medium pressure boilers)—इस वर्ग के बॉयलरों में 16 से 35 किग्रा०/सेमी०^2 दाब पर भाप उपजायी जा सकती है। कॉकरन तथा स्टर्लिंग बॉयलर इसके मुख्य उदाहरण है।

(स) **उच्च दाब बॉयलर** (High pressure boilers)—इस वर्ग में ऐसे बॉयलर आते जिनमें 35 से 180 किग्रा०/सेमी०^2 दाब पर भाप उपयाजी जा सके। जैसे बैबकॉक, विलकॉक्स तथा बेन्सन बॉयलर आदि।

(द) **अति उच्च दाब बॉयलर** (Super high pressure boilers)—इन बॉयलरों में 180 किग्रा०/सेमी०^3 से अधिक दाब पर भाप उपजायी जा सकती है। इकहरा परिचालन बॉयलर (Once through boiler) इसका प्रमुख उदाहरण है।

(5) भाप उपजाने की क्षमता पर आधारित बॉयलर

(अ) **निम्न क्षमता बॉयलर** (Low capacity boilers)—इस वर्ग में 10 टन/घण्टा की दर से भाप उपजाने वाले बॉयलर सम्मिलित हैं; जैसे रेल इन्जन, लंकाशायर बॉयलर आदि।

(ब) **मध्यम क्षमता बॉयलर** (Medium capacity boilers)—10 टन से 100 टन प्रति घण्टा की दर से भाप उपजाने वाले बॉयलर इस श्रेणी में आते हैं, स्टर्लिंग तथा बैबकॉक विलकॉक्स बॉयलर।

(स) **उच्च क्षमता बॉयलर** (High capacity boilers)—इस वर्ग में 100 टन प्रति घण्टा से अधिक भाप उपजाने वाले बॉयलर आते हैं; जैसे बेन्सन बॉयलर।

AKC TECHNICAL CLASSES

(6) वायु प्रवात (Air draught) की प्रकृति पर आधारित बॉयलर

(अ) **प्राकृतिक प्रवात बॉयलर** (Natural draught boiler)—ऐसे बॉयलर जिसमें ईंधन दहन हेतु भट्टी में वायु का प्रवाह प्राकृतिक रूप से वायुमण्डलीय दाब पर होता है, इस श्रेणी में आते हैं; जैसे कॉकरन बॉयलर।

(ब) **कृत्रिम प्रवात बॉयलर** (Artificial draught boiler)—जिन बॉयलरों में ईंधन दहन हेतु भट्टी में वायु का प्रवाह यांत्रिक युक्तियों (mechanical devices) द्वारा किया जाये, इस श्रेणी में आते हैं; जैसे रेल-इन्जन बॉयलर, वैबकॉक-विलकॉक्स बॉयलर आदि।

(7) जल-संचार (Water circulation) पर आधारित बॉयलर

(अ) **प्राकृतिक संचार** (Natural circulation)—इसके अन्तर्गत बॉयलरों में पानी का संचार गुरुत्व या संवाहन-धारा (convection current) के सिद्धान्त पर होता है। कॉकरन तथा वैबकॉक-विलकॉक्स बॉयलर इसके उदाहरण हैं।

(ब) **बल संचार** (Forced circulation)—इसके अन्तर्गत जल संभरण पम्प द्वारा दाब पर पानी को बॉयलर में भेजा जाता है। बेन्सन तथा इकहरा परिचालन बॉयलर इसके मुख्य उदाहरण हैं।

(8) प्रयुक्त ईंधन की प्रकृति पर आधारित बॉयलर

(अ) **कोयला दहन बॉयलर** (Coal fired boilers)

(ब) **तेल दहन बॉयलर** (Oil fired boilers)

(स) **गैस दहन बॉयलर** (Gas fired boilers)

बॉयलरों के प्रमुख अंग (Main parts of boilers)

(1) **बॉयलर खोल** (Boiler's shell)—यह इस्पात चद्दरों द्वारा निर्मित बेलनाकार आकृति का होता है। खोल के सिरे वन्द होते हैं, जो चपटे (flat), उत्तल (convex) या अवतल (concave) हो सकते हैं। बॉयलर खोल में पानी संचित किया जाता है और निर्मित भाप को पानी के ऊपरी खाली स्थान से एकत्रित किया जाता है। बॉयलर खोल पर बाहर की ओर दाब-गेज (Pressure gauge), जल-तल सूचक (water level indicator), सुरक्षा-वाल्व (safety valves) आदि लगे होते हैं।

(2) **बॉयलर-सैटिंग** (Boiler setting)—बॉयलर में अग्निसह ईंटों (fire bricks) की चिनाई को बॉयलर-सैटिंग कहते हैं। बॉयलर-सैटिंग में भट्टी दहन-कक्ष (Combustion chamber) आदि बने होते हैं। इनमें दग्ध-गैसों (flue gases) के निकलने के लिये एक मार्ग भी होता है जिसे **फ्लू** (Flue) कहते हैं। कुछ बॉयलर सैटिंग बॉयलर के अंगों को सहारने का काम भी करती है।

(3) **भट्टी** (Furnace)—भट्टी बॉयलर का वह भाग है जिसमें ईंधन का दहन होता है। इसे **अग्नि-बॉक्स** (fire box) भी कहते हैं। भट्टी का स्थान बॉयलर की चिनाई में अथवा बॉयलर खोल (boiler shell) में होता है। भट्टी का डिजाइन प्रयुक्त ईंधन (ठोस, द्रव, गैस) के अनुसार होता है। भट्टी में ईंधन तथा वायु को भेजने तथा उत्पन्न राख को निकालने का आवश्यक प्रबन्ध भी होता है।

(4) **जालिका और जालिका पृष्ठ** (Grate and grate surface)—भट्टी का वह भाग जिस पर ठोस ईंधन का प्रज्ज्वलन तथा दहन किया जाता है, **जालिका** कहलाता है। जालिका को भट्टी के अन्दर इस्पात या ढलवाँ लोहे की छड़ों द्वारा एक मंच (plateform) के रूप में निर्मित किया जाता है। दो छड़ों के बीच कुछ स्थान छोड़ा जाता है जिसमें से होकर वायु जालिका पर आ सके तथा राख जालिका के नीचे राख गर्त (ash pit) में गिर सके। जालिका की ऊपरी सतह को **जालिका-पृष्ठ** कहते हैं, जिस पर ईंधन को जलाया जाता है। जालिका पृष्ठ का साइज इसके क्षेत्रफल से वर्गमीटर में व्यक्त किया जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(5) **जल नलियाँ तथा हैडर्स** (Water tubes and headers)—जल नलियों में जल प्रवाहित होता है। नालियों के दोनों सिरों पर हैडर्स लगे होते हैं जो बॉयलर-खोल से जुड़े होते हैं। बॉयलर-खोल का पानी इन हैडर्स से होकर जल नालियों में प्रवाहित होता है।

(6) **चिमनी** (Chimney)—भट्टी में ईंधन-दहन के फलस्वरूप उपजी दग्ध-गैसों का उपयोग जब पानी को गरम करने में हो जाता है, तब उन्हें चिमनी के माध्यम से बॉयलर के बाहर निकाला जाता है। चिमनी में गैसों का प्रवाह, प्राकृतिक वायु-प्रवात (air draught) के फलस्वरूप होता है। वायुमण्डल को प्रदूषण से बचाने के लिये चिमनी की पर्याप्त ऊँचाई रखी जाती है। बॉयलर की चिमनियाँ, सीमेंट कंक्रीट, ईंटों की चिनाई या इस्पात चद्दरों से निर्मित की जाती है।

बॉयलर-चढ़नार तथा बॉयलर उपसाधन
(Boiler mountings and Boiler accessories)

(1) बॉयलर चढ़नार

बॉयलर की सुरक्षा (safety) तथा उसके उचित परिचालन (operation) के लिये जिन युक्तियों का प्रयोग किया जाता है, उन्हें **बॉयलर चढ़नार** (boiler mountings) कहते हैं। बॉयलरों की चढ़नारों को उनकी उपयोगिता तथा प्रयोजन के आधार पर बॉयलर के उपयुक्त स्थानों पर लगाया जाता है। प्रमुख प्रकार की बॉयलर-चढ़नार तथा बॉयलर पर उनके स्थान नीचे तालिका में दिये गये हैं।

बॉयलर-चढ़नार तथा बॉयलर में उनका स्थान

	बॉयलर-चढ़नार	बॉयलर पर स्थान
1.	जल-तल सूचक (water-level indicator)	बॉयलर-खोल का सिरा
2.	दाव-गेज (pressure gauge)	बॉयलर-खोल का टॉप (top)
3.	सुरक्षा वाल्व (safety valve)	बॉयलर-खोल का टॉप (जहाँ भाप का अधिकतम दाब होता है।)
4.	रोक-वाल्व (stop valve)	बॉयलर-खोल का टॉप (जहाँ से भाप का निकास होता है।)
5.	फीड-चैक वाल्व (feed check valve)	बॉयलर-खोल का टॉप (जहाँ से जल-संभरण किया जाता है।)
6.	निकास-टोंटी (blow off-cock)	बॉयलर-खोल की तली (bottom) पर या हैडर के निकास पर (जहाँ से बॉयलर जल को निकाला जाता है।)
7.	गलन-प्लग (fusible plug)	बॉयलर-भट्टी के टॉप पर
8.	प्रवेश-छिद्र (mainhole)	बॉयलर-खोल का टॉप (जहाँ से बॉयलर की सफाई के लिये अन्दर प्रवेश किया जाता है।)

(2) बॉयलर उपसाधन (Boiler accessories)

बॉयलर की दक्षता (efficiency) बढ़ाने के लिये जिन युक्तियों का प्रयोग होता है, उन्हें बॉयलर-उपसाधन कहते हैं। बॉयलरों के प्रमुख उपसाधन निम्नलिखित हैं—

(i) जल-भरण युक्तियाँ (water feeding devices)।

(ii) भरण-जल तापक (feed water heater)।

(iii) अति-तापक (super heater)।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iv) मितोपयोजक (economiser)।

(v) वायु-पूर्वतापक (air-preheater)।

(vi) वायु-सम्भरण युक्तियाँ (air-supply devices)।

बॉयलरों के मूल लक्षण (Basic characteristics of boilers)

एक अच्छे बॉयलर के लक्षण निम्न प्रकार होते हैं—

(i) बॉयलर को कम भार (light weight) तथा कम स्थान वाला होना चाहिये।

(ii) बॉयलर को ऐसा होना चाहिये कि उसे शीघ्र स्टार्ट किया जा सके।

(iii) बॉयलर में बदलते भारों पर दक्षतापूर्ण कार्य करने की क्षमता होनी चाहिये।

(iv) बॉयलर की रचना ऐसी होनी चाहिये, जिससे उसका रख-रखाव (maintenance) सुगमता से हो सके।

(v) बॉयलर के विभिन्न जोड़ (joints) ऐसे स्थानों पर होने चाहियें, जहाँ से उनका निरीक्षण सुगमता से किया जा सके। तथा सम्भव बॉयलर जोड़ों को भट्टी की ज्वाला के सम्पर्क में नहीं होना चाहिये।

(vi) बॉयलर को ऐसा होना चाहिये कि कम ईंधन खर्च करके अधिक भाप उपजायी जा सके।

(vii) बॉयलर की जल-नलियों, खोल आदि में कीचड़, पपड़ी आदि का जमाव नहीं होना चाहिये।

(viii) बॉयलर की फ्लू-नलियों के अन्दर धूल तथा धुयें का जमाव नहीं होना चाहिये।

(ix) बॉयलर की प्रारम्भिक लागत (initial cost) अधिक नहीं होनी चाहिये।

(x) बॉयलर का परिचालन सुगम होना चाहिये।

उपरोक्त सभी लक्षण बॉयलर की आदर्श स्थिति को दर्शाते हैं। व्यावहारिक रूप में इन सभी लक्षणों का किसी एक बॉयलर में समावेश करना सम्भव नहीं है। परन्तु यह प्रयास रहना चाहिये कि बॉयलर के लक्षण आदर्श स्थिति के समीप हों।

बॉयलर-चयन के प्रमुख तत्व

बॉयलर का चयन करने में उनके मूल लक्षणों के साथ-साथ निम्न बातों को भी देखना चाहिये—

(i) बॉयलर के लिये पर्याप्त ईंधन तथा जल की व्यवस्था।

(ii) बॉयलर की स्थापना के लिये उपयुक्त तथा पर्याप्त स्थान।

(iii) प्रयोजन (purpose), जिसके लिये बॉयलर का चुनाव करना है।

(iv) भाप का वाँछित दाब तथा तापमान।

(v) भाप उपजाने की क्षमता।

(vi) बॉयलर के परिचालन में सम्भावित भार-गुणांक (load factor)।

(vii) बॉयलर के भीतरी भागों की सफाई तथा निरीक्षण के लिये प्रबन्ध।

(viii) पावर-हाऊस से बॉयलर संयन्त्र की दूरी।

(ix) बॉयलर संयन्त्र की लागत।

(x) बॉयलर के परिचालन की सुविधायें-स्वचालित नियन्त्रण आदि।

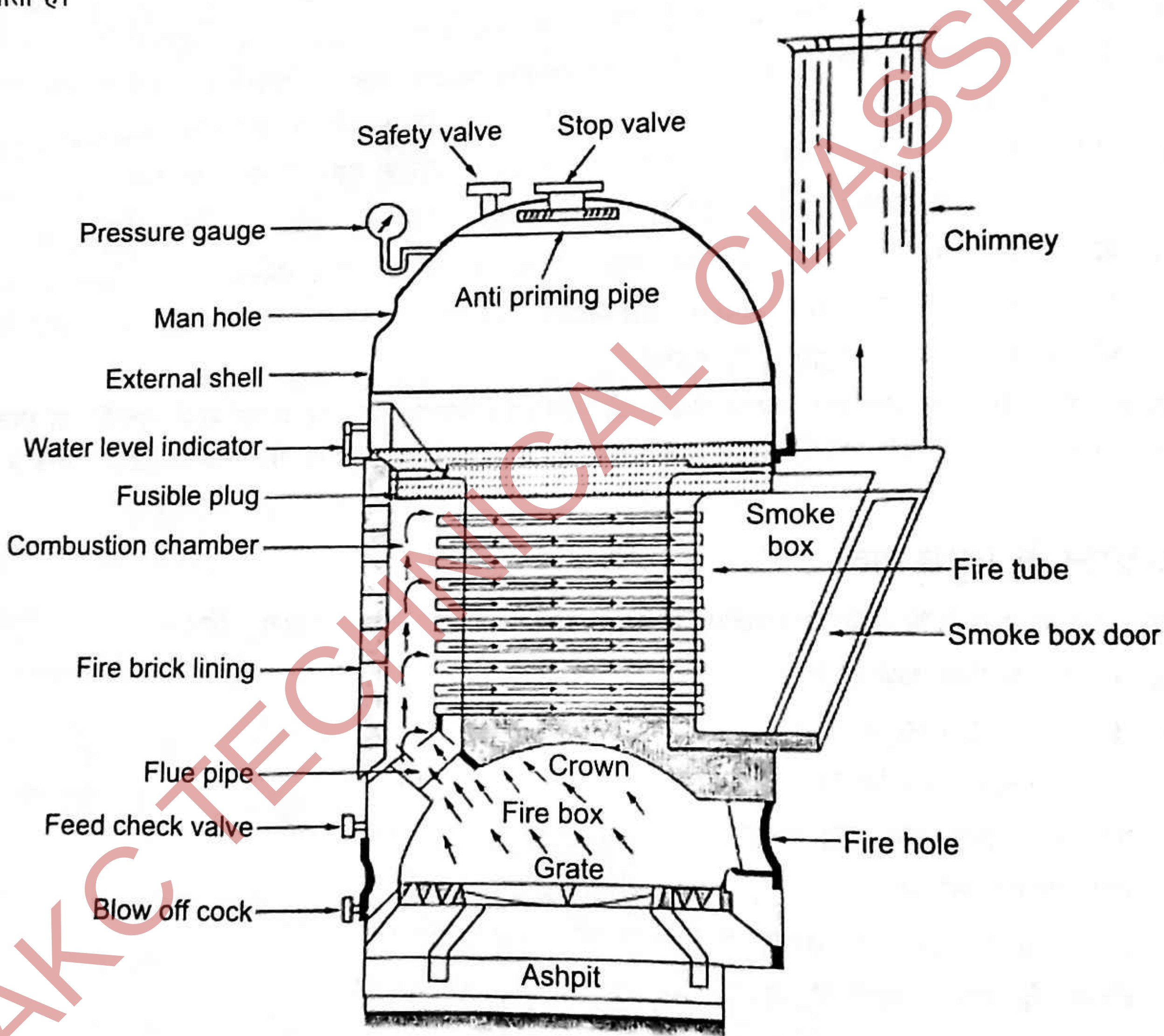
धूम्र-नली या अग्नि-नली बॉयलर (Flue-tube or fire-tube)

धूम्र-नली बॉयलरों के अन्तर्गत **कॉकरन-बॉयलर** (Cochran boiler) या **सरल खड़ा बॉयलर** (simple vertical boiler), **रेल-इन्जन बॉयलर** तथा **लंका शायर बॉयलर** आते हैं। यहाँ कॉकरन-बॉयलर का वर्णन दिया जा रहा है।

AKC TECHNICAL CLASSES

1. कॉकरन बॉयलर या सरल खड़ा बॉयलर (Cochran or simple vertical boiler)

इस बॉयलर के मुख्य अंग चित्र 6.1 में दिखाये गये हैं। इसका बाहरी स्वरूप अर्ध-गोलीय शीर्ष (Hemi-spherical crown) के साथ एक बड़े बेलनाकार खोल (cylindrical shell) के समान होता है। खोल के निचले भाग पर भट्टी होती है जिसमें **राख-गर्त** (ash pit) तथा **जाली** (grate) बनी होती है। भट्टी में उपजी गरम गैसें **फ्लू-पाइप** से होकर **दहन-कक्ष** (smoke chamber) में आती हैं औ चिमनी द्वारा वायुमण्डल में निकल जाती हैं। दग्ध गैसों की ऊष्मा अग्नि-नालियों को अन्तरित होती हैं, फलस्वरूप खोल में भरा पानी गरम होता है और भाप बनती है। खोल के अर्ध-शीर्ष भाग में यह भाप एकत्रित हो जाती है जहाँ से **रोक-वाल्व** (stop-valve) के द्वारा इसे उपयोग के लिये भेज दिया जाता है।



चित्र 6.1 : कॉकरन बॉयलर या सरल खड़ा बॉयलर

बॉयलर खोल में पानी का निश्चित-तल बनाये रखना आवश्यक है। घोल में पानी का तल **जल-गेज** (water gauge) द्वारा प्रदर्शित होता है। दहन-कक्ष से ऊष्मा-हानि को रोकने के लिये खोल के अन्दर की तरफ अग्नि-सह ईंटें (fire bricks) लगा दी जाती है। अग्नि-नलियों की सफाई करने के लिये धूम्र-कक्ष की ओर से एक द्वार बना दिया जाता है तथा बॉयलर-खोल की सफाई व मरम्मत आदि के लिये अर्ध-गोलीय शीर्ष पर **पंक-द्वार** (man hole) बना दिया जाता है। चिमनी में एक **डैम्पर** (damper) लगा होता है जो फ्लू गैसों के निकास का नियन्त्रण तो करता ही है, साथ ही प्रवात

AKC TECHNICAL CLASSES

(draught) उत्पन्न करके भट्टी में आवश्यक वायु के चूषण (suction) का प्रभावी नियन्त्रण भी करता है। वायु के चूषण को और अधिक प्रभावी बनाने के लिये एक भाप-नॉजल (steam nozzle) का प्रयोग भी किया जा सकता है, जो कि भाप का निस्सरण (discharge) करके चिमनी में दग्ध गैसों के निकास को तीव्र कर प्रवात को बढ़ा देती है।

दहन-कक्ष की छत पर गलन-प्लग लगा होता है। गलन-प्लग का कार्य भट्टी की अग्नि को शान्त करना है। जब भट्टी का तापमान आवश्यकता से अधिक हो जाता है, तब गलन-प्लग दग्ध गैसों की ऊष्मा से पिघल जाता है और बॉयलर खोल का पानी भट्टी में प्रवेश कर जाता है। फलस्वरूप भट्टी की अग्नि शान्त हो जाती है।

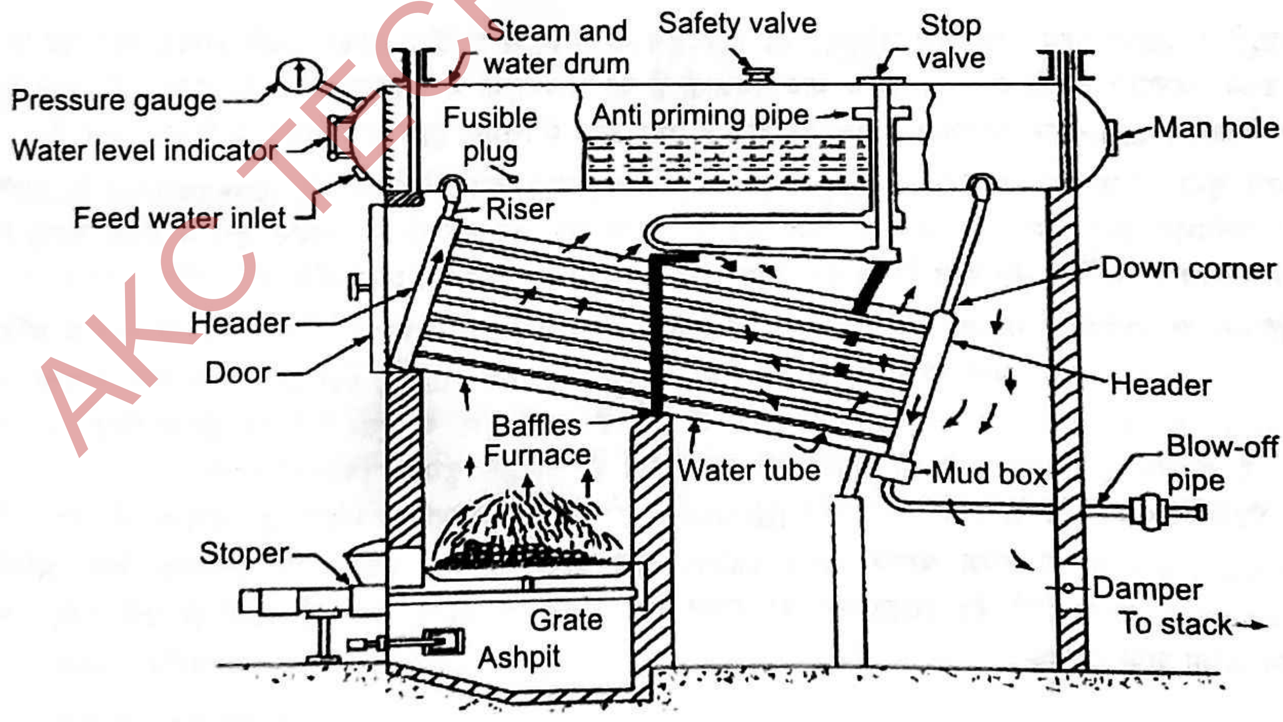
सरल खड़ा बॉयलर कम क्षेत्रफल घेरता है। इसकी ऊँचाई सामान्यतया 4.5 मीटर तथा खोल का व्यास लगभग 10 मीटर होता है। इसमें 6 सेमी० व्यास की लगभग 160 फ्लू-नलियाँ होती हैं। इसमें अधिकतम 15 किग्रा०/सेमी०^2 दाब पर भाप बनायी जा सकती है तथा इसकी क्षमता अधिकतम 3600 किग्रा० प्रति घण्टा तक हो सकती है।

जल-नली बॉयलर (Water tube boilers)

इसके अन्तर्गत बैबकॉक और विलकॉक्स बॉयलर तथा स्टर्लिंग बॉयलर आदि आते हैं।

बैबकॉक और विलकॉक्स बॉयलर

चित्र 6.2 में इस बॉयलर के मुख्य अंग दिखाये गये हैं। इसमें बॉयलर-चिनाई पर टिका एक बेलनकार **ड्रम** (drum) होता है, जिसमें पानी भरा जाता है। ड्रम के नीचे **जल-नलियाँ** (water tubes) जो परस्पर समान्तर तथा ड्रम के परिप्रेक्ष्य में नत (inclined) होती हैं, लटकी अवस्था में हैडर्स की सहायता से लगी होती हैं। नालियों का एक सिरा **डाउन-टेक हैडर** (down take header) पर जुड़ा होता है। ये दोनों हैडर्स बॉयलर-ड्रम से जुड़े रहते हैं। ड्रम का पानी डाउन-टेक हैडर से नीचे आता है तथा जल-नालियों से प्रवाहित होकर अपटेक-हैडर से होकर पुनः बॉयलर-ड्रम में चला जाता है। जब भट्टी में उपजी दग्ध-गैसें जल-नलिकाओं के ऊपर से प्रवाहित होती हैं और अपनी ऊष्मा इन नलिकाओं तथा उनमें बहने वाले जल को अन्तरित करती हैं, तो ऊर्जा ग्रहण कर कुछ पानी भाप में बदल जाता है और पानी तथा भाप का यह मिश्रण नलियों से होकर ड्रम में आ जाता है। यह भाप ड्रम में पानी के तल के ऊपर एकत्रित हो जाता है।



चित्र 6.2 : बैबकॉक और विलकॉक्स बॉयलर

AKC TECHNICAL CLASSES

जल-नलियों में पानी का परिसंचरण (circulation) संवहन (convection) के सिद्धान्त पर होता है। अपटेक हैडर क्योंकि भट्टी के समीप होता है, इसलिये डाउनटेक हैडर की अपेक्षा अधिक गरम हो जाता है। फलस्वरूप अपटेक हैडर में पानी अधिक गरम होकर ऊपर की ओर चढ़ता है और ड्रम में पहुँच जाता है। जल-नलियों में गरम पानी का स्थान ठण्डा पानी ले लेता है, जो ड्रम से डाउन टेक हैडर द्वारा नलियों में आता है।

भट्टी में उपजी गैसों का प्रवाह बॉयलर में निश्चित परिपथ में होना चाहिये, जिससे उनकी अधिकतम ऊष्मा का उचित उपयोग हो सके। इसके लिये बॉयलर में ताप, सह ईंटों की दो **बाधिकायें** (baffles) बनी होती हैं। भट्टी से निकलकर दग्ध गैसें सर्वप्रथम ऊपर की ओर जाती हैं, जहाँ जल नलियों तथा अतितापक (super heater) की नालियों को गरम करती हुई प्रथम बैफल से टकराकर नीचे आती हैं, फिर दूसरे बैफल से टकराकर ऊपर जाती हैं और अन्त में जल-नलियों को अपनी बची हुई ऊष्मा प्रदान करती हुई नीचे आती हैं, जहाँ पर, डैम्पर से गुजरकर चिमनी के मार्ग से वायुमण्डल में निकल जाती हैं। डैम्पर, दग्ध गैसों के प्रवाह का नियन्त्रण करता है, जिससे स्वत: ही निर्वात उत्पन्न होता है और भट्टी-जाली पर बाहर से आने वाली वायु का प्रवाह बनाये रखा जाता है।

बॉयलर-ड्रम की आर्द्र-भाप (wet steam) को अतितापक की फन्देदार (looplike) नलियों से गुजारकर अतितप्त (superheated) बनाया जा सकता है। आर्द्र-भाप ड्रम में से पहले बाह्य-नलिका (outer tube) में आती है और अतितापक की नलियों से गुजरकर, अतितप्त होकर अन्त:नलिका से होती हुई रोक-वाल्व (stop valve) में आ जाती है, जहाँ से उसे उपयोग हेतु पाइप के द्वारा भेजा जाता है।

बॉयलर-ड्रम का पानी आवश्यकतानुसार **निकस-टोंटी** (blow off cock) द्वारा बाहर निकाला जा सकता है। यह टोंटी डाउन टेक हैडर के निचले भाग पर लगी होती है।

स्टर्लिंग बॉयलर (Stirling boiler)

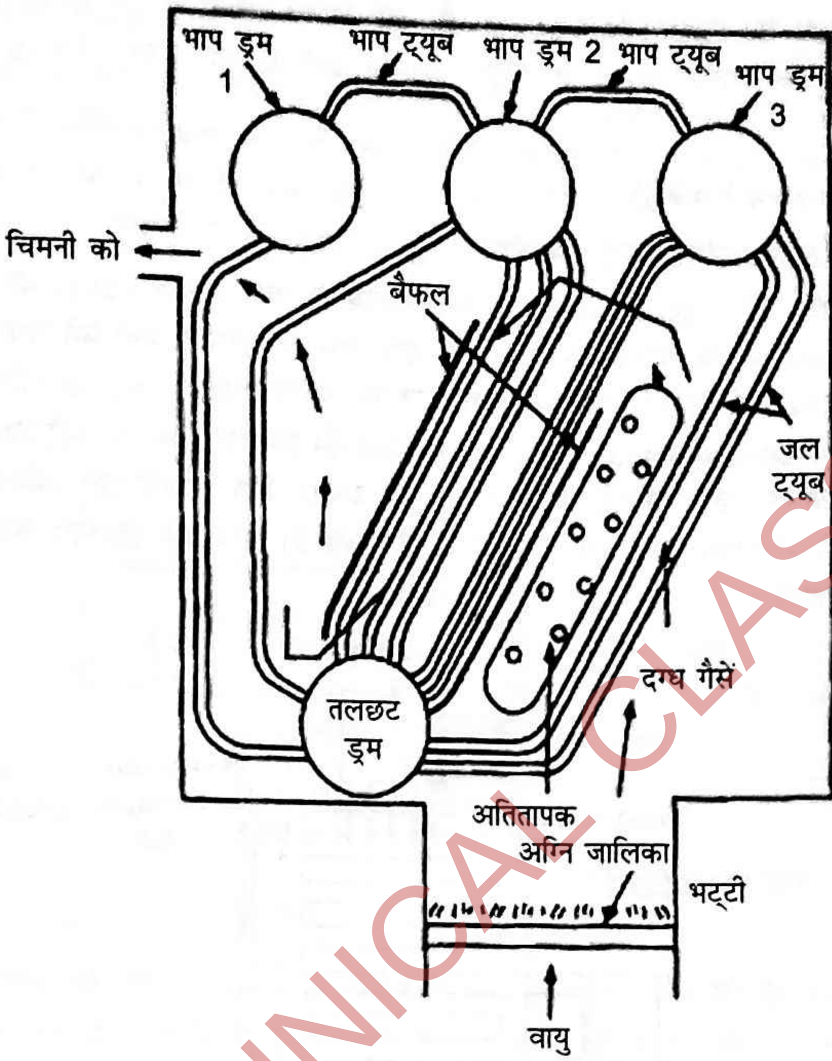
स्टर्लिंग बॉयलर में (चित्र 6.3 के अनुसार) तीन **भाप-ड्रम** तथा एक **तलछट-ड्रम** सामान्यतया इस्पात ढाँचों (steel structures) के सहारे लटकी अवस्था में होते हैं। ये सभी ड्रम मुड़ी नलियों के सहारे परस्पर एक दूसरे से जुड़े रहते हैं। ड्रम तथा नलियाँ **बॉयलर चिनाई** (boilers setting) से पूर्णत: स्वतन्त्र होती हैं। बॉयलर-चिनाई तापसह ईंटों (fire bricks) की वनी होती हैं तथा इसमें केवल भट्टी बननी होती है।

भट्टी में उपजी गरम दग्ध-जैसे नलियों तथा भाप-ड्रम के ऊपर से प्रवाहित होकर उनके अन्दर बहते हुए पानी को अपनी ऊष्मा अन्तरित करती हैं, फलस्वरूप भाप उपजाती है जो भाप-ड्रमों में एकत्रित होती है। दग्ध-गैसें अपने निश्चित मार्ग पर वैफलों (baffles) की सहायता से प्रवाहित होती हैं और अन्त में चिमनी द्वारा वायुमण्डल में निकल जाती हैं।

भाप-ड्रमों में संभरण जल (feed water) की आपूर्ति जल पम्प द्वारा मितोपयोजक (economiser) के माध्यम से होती है। सर्वप्रथम जल, ड्रम-1 में आता है, फिर ड्रम के पिछले भाग की नलियों में तलछट ड्रम में प्रवेश करता है जहाँ उसके निलम्वित पदार्थ नीचे बैठ जाते हैं। अन्त में साफ जल ड्रम-2 तथा 3 में प्रवेश करता है।

वॉयलर में आवश्यक चढ़नार तथा उपसाधन भी लगे होते हैं। ड्रम जल संभरण के लिये पिछले भाग में फीड चेक वाल्व (feed check valve) लगा होता है। प्रत्येक ड्रम पर **सुरक्षा वाल्व** (safety valves), **जल-तल सूचक** (water level indicator) तथा **दाब गेज** (pressure gauge) लगे होते हैं। भाप ड्रमों के एक सिरे पर **प्रवेश छिद्र** (man hole) वने होते हैं, जिनके द्वारा भाप ड्रमों की सफाई की जा सकती है। तलछट ड्रम में **निकास टोंटी** (blow of cock) लगी होती है, जिसे खोलकर ड्रम में एकत्रित तलछट (sediment) को बाहर निकाला जा सकता है। बॉयलर से भाप **अतितप्त** (superheated) अवस्था में **रोक वाल्व** (stop valve) द्वारा प्राप्त की जा सकती है। अतितप्त भाप **अतितापक** (superheater) से प्राप्त होती है। अतितापक का स्थान ऐसे स्थान पर किया जाता है जहाँ से उसे दग्ध गैसों की अधिकतम ऊष्मा प्राप्त हो सके।

AKG TECHNICAL CLASSES



चित्र 6.3 : स्टर्लिंग बॉयलर

AKC TECHNICAL CLASSES

स्टर्लिंग वॉयलर में भाप का उत्पादन 60 किग्रा/सेमी^{2} तथा 400°C तापमान तक किया जा सकता है। इसकी वाष्पन क्षमता 50,000 किग्रा/घण्टा तक होती है।

इकहरा परिचालन बॉयलर (Once through boilers)

ये वॉयलर जल-नली बॉयलरों की शृंखला में ही आते हैं। इनकी विशेषता यह है कि निर्मित भाप जल-नलियों से ही सीधे प्राप्त होती है। जल नलियों में एक सिरे से जल प्रवेश करता है तथा नलियों में परिसंचरित (circulate) होकर दूसरे सिरे पर पहुँचने तक पूर्णतया भाप में बदल जाता है। इस प्रकार नली के दूसरे सिरे पर भाप प्राप्त हो जाती है। इस क्रिया में नलियों को इतना गरम रखा जाता है कि पानी नली के एक सिरे से दूसरे सिरे तक पहुँचने से पूर्व ही पूर्णतया भाप में वदल जाये। इस प्रकार के बॉयलरों को **इकहरा परिचालन बॉयलर** कहते हैं। इनमें उच्च दाब पर भाप उपजायी जाती है तथा इनकी वाष्पन क्षमता (evaporation capacity) भी अधिक होती है। इकहरा परिचालन सिद्धान्त पर आधारित प्रमुख बॉयलर निम्न प्रकार हैं—

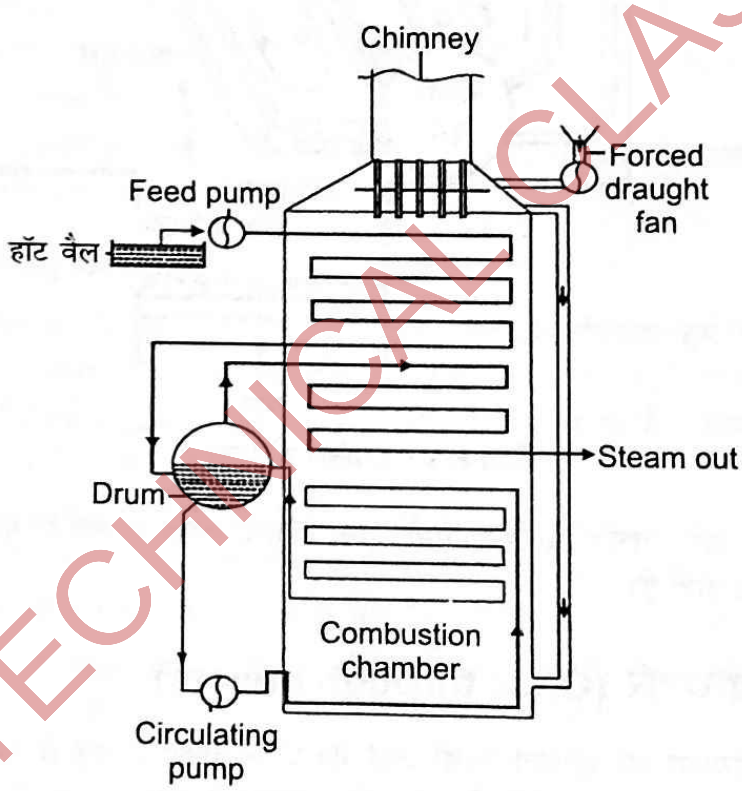
1. **ला-मान्ट बॉयलर** (La-mont boiler)
2. **बेनसन बॉयलर** (Benson boiler)
3. **वीलॉक्स बॉयलर** (Velox boiler)

यहाँ पर प्रथम दो बॉयलर का विवरण दिया जा रहा है। ताप शक्ति संयंत्रों में इस प्रकार के बॉयलर ही अधिकतर प्रयोग किये जाते हैं क्योंकि इनकी वाष्पन क्षमता अपेक्षाकृत अधिक होती है और इनमें उच्च् दाब तथा तापमान पर भाप उपजायी जा सकती है।

(1) ला-मान्ट बॉयलर (La-mont boiler)

चित्र 6.4 में ला मान्ट बॉयलर प्रदर्शित किया गया है।

इस बॉयलर में एक **भाप ड्रम** (steam drum) के अन्दर संभरण जल (feed water) बॉयलर के ऊपरी हिस्से में स्थापित मितोपयोजक (economiser) के माध्यम से आता है। भाप ड्रम से संभरण जल की पर्याप्त मात्रा **अपकेन्द्री पम्प** (centrifugal pump) की सहायता से जल नलियों में उच्च दाब पर परिसंचारित (circulate) होती है। अपकेन्द्री पम्प से सर्वप्रथम भरण जल **वितरण हैडर** (distributing headers) में आता है। वितरण हैडर में ऑरिफिस (orifices) के माध्यम से नियन्त्रित मात्रा में जल विभिन्न जल नलियों में आता है। इस प्रकार जल नलियों का अतितापन नहीं होता है। जल नलियों में निर्मित भाप नलियों से होकर भाप ड्रम में एकत्रित हो जाती है। भाप ड्रम से भाप अतितापक में आती है और अतितप्त अवस्था में उपलब्ध होती है।



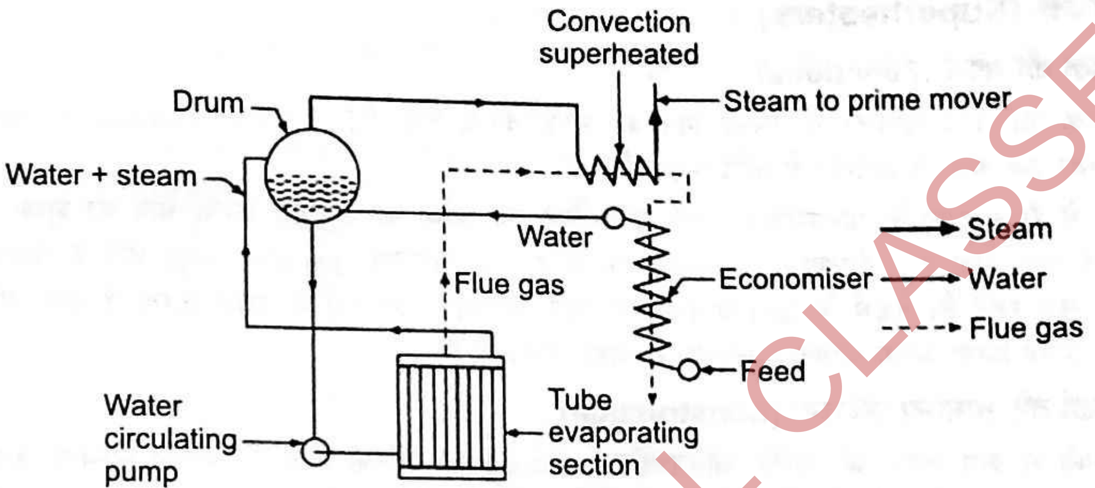
चित्र 6.4 : ला-मान्ट बॉयलर

बॉयलर के सबसे निचले भाग में दहन कक्ष (combustion chamber) होता है जिसमें ईंधन दहन के फलस्वरूप उपजी दग्ध गैसें सर्वप्रथम जल नलियों तथा अतितापक को ऊष्मा प्रदान करती हैं, फिर मितोपयोजक को शेष ऊष्मा प्रदान करते हुये चिमनी के मार्ग से बाहर निकल जाती हैं। दग्ध गैसों की ऊष्मा से जल नलियों का पानी भाप में बदल जाता है और यह भाप अतितापक से गुजरती है तो दग्ध गैसों की ऊष्मा प्राप्ति कर अतितप्त हो जाती हैं। दहन कक्ष में ईंधन दहन के लिये आवश्यक वायु को पहले वायु पूर्वतापक में गरम किया जाता है, फिर दहन कक्ष में भेजा जाता है। वायु पूर्वतापक चिमनी के पास लगा होता है। दग्ध-गैसें चिमनी में प्रवेश से पूर्व वायु पूर्वतापक को अपनी ऊष्मा प्रदान करती हैं।

ला-मान्ट बॉयलर उच्च दाब बॉयलर होते हैं। इनमें 120 किग्रा/सेमी^{2} दाब पर 500°C भट्टी पर 45 से 50 मीटरी टन/घण्टा की दर से अतितप्त भाप (superheated steam) उपजायी जा सकती है।

(2) बेन्सन बॉयलर (Benson boiler)

चित्र 6.5 में बेन्सन बॉयलर को सरल रूप में दिखाया गया है। इस बॉयलर में भरण जल को ड्रम में एकत्रित न करके सीध ही जल नलियों में वाष्पित किया जाता है। भरण जल मितोपयोजक से होकर जल नलियों में आता है जहाँ इसका वाष्पन होता है। जल नलियों में उपजी भाप आर्द्र (wet) होती है। इसे शुष्क अवस्था में जाने के लिये संक्रमण सेक्शन (transition section) से गुजारा जाता है। तत्पश्चात् इसे अतितापक में भेजकर अतितप्त अवस्था में प्राप्त किया जाता है।



चित्र 6.5 : बेन्सन बॉयलर

लामान्ट वॉयलर के समान यह बॉयलर भी ऊर्ध्व स्थिति में होता है। ऊर्ध्व बॉयलरों का लाभ यह है कि दग्ध गैसें दहन कक्ष से स्वत: ही ऊपर की दिशा में प्रवाहित होती हैं। इसी सिद्धान्त पर बेन्सन बॉयलर में दग्ध गैसें क्रमशः जल नलियों, अतितापक, संक्रमण सेक्शन, मितोपयोजक तथा वायु पूर्वतापक को अपनी ऊष्मा प्रदान करती हुई चिमनी के मार्ग से वाहर निकल जाती है। इस बॉयलर को शीघ्र चालू किया जा सकता है और कम समय में भाप उपजायी जा सकती है। इसकी वाष्प क्षमता 1,40,000 किग्रा/घण्टा तक होती है तथा इसमें 200 किग्रा/सेमी०^2 में भाप उपजायी जा सकती है। बेन्सन बॉयलर में भाप का उच्चतम तापमान 650°C तक प्राप्त हो जाता है।

बॉयलरों के उपसाधन (Accessories of boilers)

बॉयलर के उपसाधन वे युक्तियाँ हैं जो ईंधन-दहन के फलस्वरूप उपजी दग्ध-गैसों की ऊष्मा का उपयोग करके बॉयलर संयन्त्र की दक्षता बढ़ाने में सहायक होती हैं। इन्हें सहायक ऊष्मक तल (Auxiliary heating surface) भी कहते हैं।

उपसाधनों के लाभ

(1) भाप का अतितापन (superheating) किया जाता है।

(2) भरण जल को बॉयलर ड्रम में भेजने से पूर्व गरम किया जा सकता है।

(3) बॉयलर भट्टी में वायु भेजने से पहले उसे गरम किया जा सकता है।

(4) फ्लू गैसों को ऊष्मा का पूर्व उपयोग उन उपसाधनों के तलों को गरम करने में होता है।

(5) बॉयलर संयन्त्र की ऊष्मीय दक्षता में वृद्धि होती है, क्योंकि ऊष्मा का पूर्ण उपयोग हो जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रमुख प्रकार के उपसाधन (Types of accessories)

(1) **अतितापक** (superheater)
(2) **मितोपयोजक** (Economiser)
(3) **वायु पूर्व तापक** (Air preheater)
(4) **भरण जल तापक** (Feed water heaters)

(I) अतितापक (Superheaters)

(1) अतितापक का कार्य (Functions)

अतितापक का कार्य बॉयलर में उपजी भाप को शुष्क करना तथा संतृप्त तापमान (saturation temperature) से पर्याप्त उच्च स्तर तक भाप के तापमान में वृद्धि करना है।

बॉयलर में ईंधन-दहन के फलस्वरूप उपजी दग्ध-गैसों की ऊष्मा का उपयोग करके भाप को शुष्क तथा अतितप्त (superheat) बनाया जाता है। अतितापक में सामान्यतया नलियों के समान्तर (parallel) समूह होते हैं जिनके सिरे हैडर्स (headers) से जुड़े रहते हैं। हैडर्स के द्वारा बॉयलर की भाप अतितापक नलियों में प्रवेश करती है और नलियों के द्वारा दग्ध-गैसों की ऊष्मा ग्रहण करके अतितप्त अवस्था में बाहर निकलती है।

(2) अतितापकों की सामान्य संरचना (Construction)

अतितापकों में कम व्यास की अनेक सीवन-रहित (seam less) नलियाँ होती हैं जिनका सम्बन्ध बॉयलर के भाप स्थान (steam space) से होता है। ये नलियाँ कुण्डली के रूप में समान्तर समूहों (parallel groups) में होती हैं। बॉयलर के भाप स्थान में संतृप्त-भाप (saturated steam) या आर्द्र-भाप (wet steam) एकत्रित होती है। संतृप्त-भाप की दशा में, जब यह अतितापक से प्रवाहित होती है, तो इसका तापमान संतृप्त-तापमान से उच्च हो जाता है। आर्द्र-भाप की दशा में, जब भाप को अतितापक से गुजारा जाता है तो सर्वप्रथम यह शुष्क अवस्था में आती है, फिर इसका तापमान संतृप्त तापमान से उच्च होता है। इस प्रकार भाप अतितप्त होकर अतितापक से बाहर निकलती है। अतितप्त भाप के तापमानों का मानकीकरण किया गया है। ये तापमान 50°C से आरम्भ होते हैं। जितना ही बॉयलर का दाब अधिक होगा, उतना ही अतितप्त भाप का तापमान अधिक होगा। ताप-शक्ति संयन्त्रों में 350°C से 550°C तक अतितप्त भाप प्रयोग की जाती है। अतितापकों पर सुरक्षा वाल्व, रोक-वाल्व, ब्लो-डाउन वाल्व आदि भी लगे होते हैं।

(3) अतितापकों की सुरक्षा (Safety)

बॉयलर में अतितापक के अतितप्त (overheated) हो जाने की सम्भावना बनी रहती है। ऐसा तब होता है जबकि अतितापक में भाप प्रयोग में न लाई जा रही हो या बॉयलर के भाप-ड्रम से भाप की सप्लाई अतितापक में बन्द कर दी गयी हो। ऐसी अवस्था में अतितापक की नलियों की सुरक्षा के लिये निम्न में से किसी एक उपाय को प्रयोग किया जा सकता है—

(i) अतितापक में बॉयलर का पानी प्रवाहित कर दिया जाता है।.
(ii) अतितापक पर दग्ध-गैसों का प्रवाह रोक दिया जाता है और गैसों को दूसरे मार्ग से प्रवाहित कर दिया जाता है।
(iii) अतितापक का प्रयोग न करने की दिशा में आर्द्र-भाप की कुछ मात्रा अतितापक में प्रवाहित की जाती है तथा इस भाप का निकास वायुमण्डल में कर दिया जाता है।

(4) अतितापकों का वर्गीकरण (Classification)

अतितापकों का वर्गीकरण उनकी स्थापना के स्थान, दहन-गैसों तथा भाप के प्रवाह की आपेक्षिक दिशा (relative direction), ऊष्मा स्रोत (source of heat), ऊष्मा-अन्तरण विधि तथा अतितापक नलियों की व्यवस्था आदि के अनुसार किया जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

1. **दहन-गैसों तथा भाप के प्रवाह की आपेक्षिक दिशा के अनुसार**
(According to relative direction of flue-gases and steam)

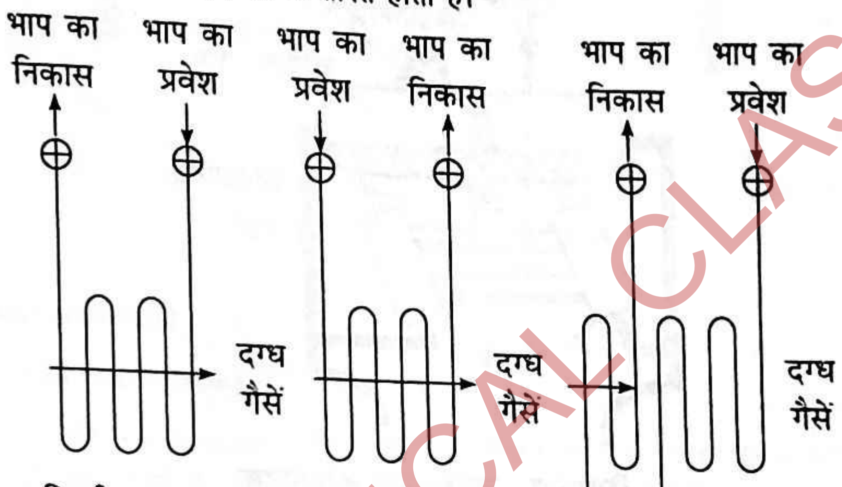
दहन-गैसों तथा भाप के प्रवाह की आपेक्षिक दिशा के अनुसार अतितापक निम्न प्रकार के होते हैं—

(अ) विपरीत प्रवाह अतितापक (Counter flow superheater)।

(ब) समान्तर प्रवाह अतितापक (Parallel flow superheater)।

(स) संयुक्त प्रवाह अतितापक (Combined flow superheater)।

उपरोक्त अतितापकों में नलियों के अन्दर भाप के प्रवेश व विकास की दिशा तथा नलियों के बाहर दहन-गैसों के प्रवाह की दिशा चित्र 6.6 में प्रदर्शित की गयी है। अतितापकों में मुख्यतया विपरीत प्रवाह विधि अपनायी जाती है। इस विधि में दहन-गैसों की अधिकतम ऊष्मा भाप को अन्तरित होती है।



चित्र 6.6

(II) ऊष्मा स्रोत के अनुसार (According to source of heat)

ऊष्मा स्रोत के अनुसार अतितापक निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(अ) **अभिन्न** (Integral) **अतितापक**—इस प्रकार के अतितापक बॉयलर में उपजी दहन गैसों से ऊष्मा प्राप्त करते हैं। ये बॉयलर के अन्दर ही लगे होते हैं।

(ब) **स्वतन्त्र** (Independent) **अतितापक**—इस प्रकार के अतितापक पृथक भट्टी से ऊष्मा प्राप्त करते हैं। ये बॉयलर से बाहर स्थापित किये जाते हैं और इनका उपयोग केवल बड़े आकार के स्थिर बॉयलरों में ही किया जाता है। अधिक व्यय के कारण स्वतन्त्र अतितापक कम प्रयोग किये जाते हैं।

(III) ऊष्मा अन्तरण की विधि के अनुसार (According to the method of heat transfer)

ऊष्मा अन्तरण विधि के अनुसार अतितापक निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(अ) **संवहन अतितापक** (Convection superheater)—ये अतितापक दहन-गैसों की ऊष्मा संवहन द्वारा प्राप्त करते हैं।

(ब) **विकिरण अतितापक** (Radiation superheater)—ये अतितापक बॉयलर भट्टी की दीवारों में स्थापित किये जाते हैं, जहाँ यह भट्टी में उपजी ऊष्मा विकिरण द्वारा प्राप्त करते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

(IV) नलियों की व्यवस्था के अनुसार (According to arrangement of tubes)

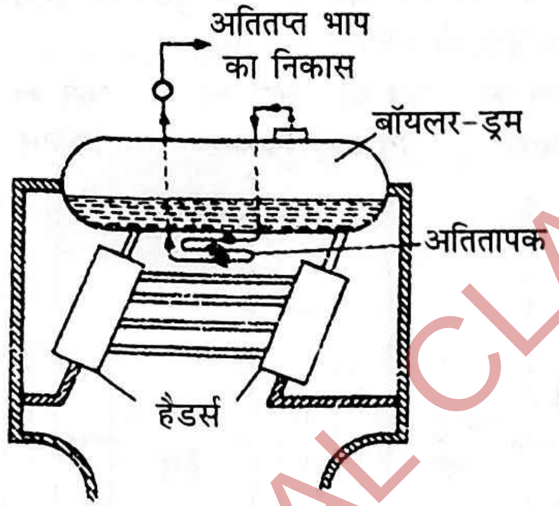
नलियों की व्यवस्था के अनुसार अतितापक निम्न तीन प्रकार के होते हैं—

(अ) **ऊपरी-डैक अतितापक** (Over-deck superheater)।

(ब) **मध्य-डैक अतितापक** (Inter-deck superheater)।

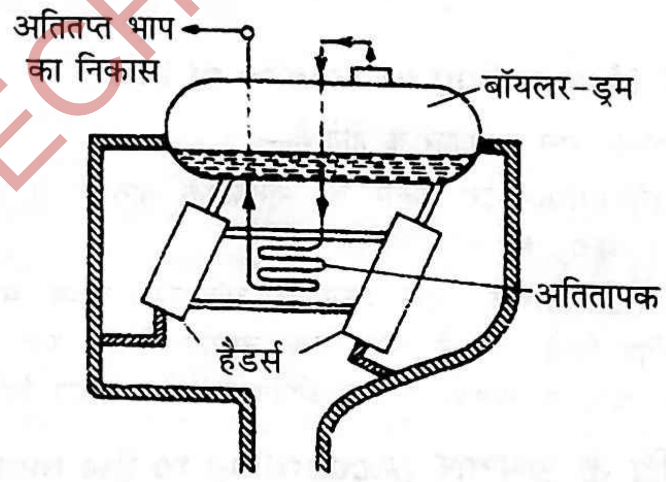
(स) **मध्य-ट्यूब अतितापक** (Inter-tube superheater)।

(अ) **ऊपरी-डैक अतितापक**—जल-नलियों तथा भाप-ड्रम के बीच में स्थापित किये जाते हैं; जैसा कि चित्र 6.7 में दिखाया गया है।



चित्र 6.7 : ऊपरी-डैक अतितापक

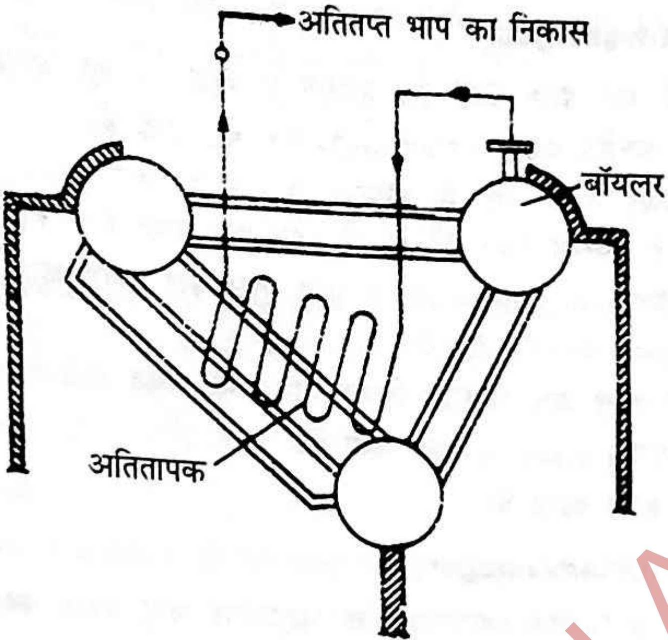
(ब) **मध्य-डैक अतितापक**—बॉयलर भट्टी के समीप वाली जल-नलिकाओं के बीच स्थापित होते हैं। (चित्र 6.8 के अनुसार)।



चित्र 6.8 : मध्य-डैक अतितापक

(स) **मध्य-ट्यूब अतितापक**—जल-नलियों की सीमाओं (banks) पर अथवा नलियों की कतारों (rows) के बीच में स्थापित किये जाते हैं। (चित्र 6.9) के अनुसार—

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 6.9 : मध्य-ट्यूब अतितापक

मितोपयोजक (Economiser)

(1) मितोपयोजकों का कार्य (Function)

इनका कार्य सम्भरण-जल (feed water) को बॉयलर में भेजने से पूर्व गरम करना है। इनके प्रयोग से बॉयलर संयन्त्र की ऊष्मा-दक्षता में वृद्धि होती है। इनमें सम्भरण-जल को गरम करने के लिये बॉयलर की दहन-गैसों की व्यर्थ जाने वाली ऊष्मा का ही उपयोग किया जाता है। मितोपयोजक सामान्यतया वड़े आकार के स्थिर बॉयलरों में प्रयोग किये जाते हैं।

(2) मितोपयोजकों का वर्गीकरण (Classification)

मितोपयोजकों को बॉयलर में स्थापना के आधार पर तथा उससे प्राप्त गरम-जल की अवस्था के अनुसार वर्गीकृत किया जा सकता है।

बॉयलर में स्थापना के आधार पर मितोपयोजक निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(क) अभिन्न मितोपयोजक (Integral economiser)

(व) स्वतन्त्र मितोपयोजक (Independent economiser)

अभिन्न प्रकार के मितोपयोजक बॉयलर के अन्दर ही लगाये जाते हैं। इनकी स्थापना मुख्यत: बॉयलर तथा चिमनी के बीच में की जाती है। स्वतन्त्र प्रकार के मितोपयोजक बॉयलर से बाहर स्थापित किये जाते हैं। दोनों प्रकार के मितोपयोजकों में बॉयलर की दहन-गैसों की ऊष्मा का ही उपयोग किया जाता है।

गरम-जल की अवस्था के आधार पर मितोपयोजक निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(क) वाष्पन (Steaming)।

(ख) अवाष्पन (Non-steaming)।

वाष्पन मितोपयोजकों में पानी को उबलनांक तक गरम किया जाता है और आंशिक रूप से (लगभग 20%) पानी का वाष्पन भी हो जाता है। ये साधारणतया अभिन्न प्रकार के होते हैं।

अवाष्पन मितोपयोजकों में पानी को उबलनांक से 20°C से 30°C कम तापमान पर गरम किया जाता है। ये सामान्यत: स्वतन्त्र प्रकार के होते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

(3) मितोपयोजकों के लाभ (Advantages)

(i) दहन-गैसों की व्यर्थ जाने वाली ऊष्मा का उपयोग हो जाता है। अतः ऊष्मा हानियाँ कम हो जाती हैं।
(ii) बॉयलर संयन्त्र की ऊष्मीय दक्षता 10% से 12% तक बढ़ जाती है।
(iii) मितोपयोजक से प्राप्त गरम जल में बॉयलर के अन्दर भाप बनाने में अपेक्षाकृत कम ऊष्मा की आवश्यकता पड़ती है, जिससे ईंधन की 5% से 15% तक बचत होती है।
(iv) बॉयलर की जल-नलियों में, मितोपयोजक से प्राप्त गरम जल प्रयोग करने से, नलियों में तापमान-प्रतिबल (temperature stresses) कम हो जाते हैं।
(v) बॉयलर में जल का वाष्प शीघ्र होता है, जिससे समय की बचत होती है।
(vi) बॉयलर प्लांट की क्षमता (capacity) बढ़ जाती है।
(vii) बॉयलर का जीवन-काल बढ़ता है।

(4) मितोपयोजकों से हानियाँ (Disadvantages)

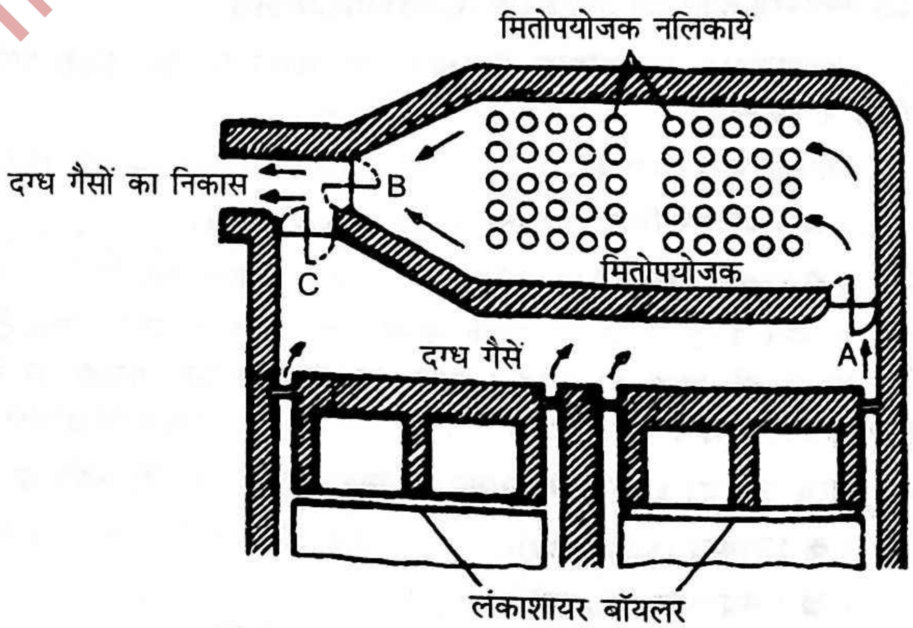
(i) दहन-गैसों के मार्ग में मितोपयोजक लगाने से भट्टी पर वायु प्रवात कम हो जाता है। अतः अतिरिक्त प्रवात उत्पन्न करना पड़ता है।
(ii) भरण जल का दाब बॉयलर के दाब से अधिक रखना पड़ता है।
(iii) अधिक स्थान घिरता है।
(iv) मितोपयोजक की देखभाल में अतिरिक्त व्यय करना पड़ता है।

(5) मूल प्रकार के मितोपयोजक (Basic types of economiser)

मूल रूप से मितोपयोजक निम्न दो प्रकार के होते हैं—

(अ) प्लेन ट्यूब मितोपयोजक
(ब) गिल्ड ट्यूब मितोपयोजक

(अ) प्लेन ट्यूब मितोपयोजक— प्लेट ट्यूब मितोपयोजकों में ढलवाँ लोहे की ट्यूबों का समूह होता है। इन ट्यूबों को दहन गैसों के मार्ग में चिमनी तथा बॉयलरों के बीच में स्थापित किया जाता है। ऐसे मितोपयोजकों का उपयोग लंकाशायर बॉयलर में किया जाता है। दो लंकाशायर बॉयलरों के लिये मितोपयोजक की स्थापना चित्र 6.10 में दिखायी गयी है। बॉयलरों की दहन गैसें मार्ग *A* से होकर मितोपयोजक ट्यूबों से गुजरती हैं और अपनी ऊष्मा ट्यूबों को देते हुये निकास मार्ग *B* से होकर चिमनी में चली जाती हैं। ट्यूबों के अन्दर भरण जल का संचार होता है। ट्यूबों की ऊष्मा लेकर पानी गरम होता है और बॉयलर में जाता है।



चित्र 6.10 : प्लेन ट्यूब मितोपयोजक

AKC TECHNICAL CLASSES

मितोपयोजक का उपयोग न करने की दशा में दहन-गैसों के निकास हेतु एक उपमार्ग (by-pass) की व्यवस्था भी होती है। मितोपयोजक की निष्क्रिय अवस्था में डैम्पर A तथा B बन्द कर दिये जाते हैं तथा डैम्पर C को खोल दिया जाता है। इस प्रकार दहन-गैसें बॉयलर से सीधे चिमनी में चली जाती हैं। इस दशा में पानी को सीधे बॉयलर में भेजने की व्यवस्था कर दी जाती है।

मितोपयोजक को सक्रिय करने के लिये डैम्पर C को बन्द कर दिया जाता है तथा A और B को खोल दिया जाता है।

(ब) **गिल्ड ट्यूब मितोपयोजक** (Gilled tube economiser)—मितोपयोजकों में प्लेन ट्यूबों के स्थान पर गिल्ड ट्यूब प्रयोग करने से मितोपयोजक के साइज को कम किया जा सकता है तथा ऊष्मा अन्तरण की दर में वृद्धि की जा सकती है। गिल्ड ट्यूबों का निर्माण प्लेन ट्यूबों के ऊपर आतयाकार गिल्स (rectangular gills) की ढलाई करके किया जाता है।

(6) सावधानियाँ (Precautions)

मितोपयोजकों के प्रयोग में निम्न सावधानियाँ लेने की आवश्यकता होती है—

(i) मितोपयोजक में प्रभावी ऊष्मा अन्तरण बनाये रखने के लिये नलियों की बाह्य सतह पर जमी कालिख (soot) निरन्तर साफ करते रहना चाहिये, जिससे नलियों के पदार्थ की ऊष्मा संचालकता कम न होने पाये।

(ii) समय-समय पर कालिख कक्ष (soot chamber) की सफाई करते रहना चाहिये।

(iii) मितोपयोजक में जल प्रवाह के समय शीर्ष हानि (loss of head) की पूर्ति के लिये प्रवेश मार्ग पर जल का भाप कुछ अधिक रखना चाहिये।

(iv) नलियों के अन्दर संक्षारण रोकने के लिये विशुद्ध उपचारित जल का प्रयोग करना चाहिये तथा उसमें मिश्रित वायु नहीं होनी चाहिये।

(v) मितोपयोजक में प्रवेश के समय पानी का तापमान 40°C से कम नहीं होना चाहिये, क्योंकि इससे कम तापमान पर दहन-गैसों में विद्यमान जल-वाष्प संघनित होकर नलियों पर एकत्र हो जाती है। फलस्वरूप संघनित जल से नलियों का संक्षारण हो सकता है।

वायु-पूर्वतापक (Air preheater)

(1) वायु-पूर्वतापक का कार्य (Functions of air-preheater)

वायु पूर्वतापक वह युक्ति है, जिससे वायु को बॉयलर भट्टी में भेजने से पूर्व गरम किया जाता है। इसके लिये बॉयलर की दहन गैसों की ऊष्मा का ही उपयोग किया जाता है। वायु पूर्वतापक को मितोपयोजक के आगे तथा चिमनी से पहले स्थापित किया जाता है।

वायु पूर्वतापक से बॉयलर भट्टी में ज्वाला (flame) के तापमान में वृद्धि होती है जिससे भट्टी की ऊष्मा अन्तरण दर बढ़ जाती है। वायु पूर्वतापक के उपयोग से बॉयलर से बाहर जाती हुई दहन गैसों के तापमान में कमी होती है। फलस्वरूप दहन गैसों के प्रारम्भिक व अन्तिम तापमानों का अन्तर बढ़ जाता है और बॉयलर दक्षता में वृद्धि होती है। परीक्षणों द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि बॉयलर से बाहर जाती हुई दहन गैसों से तापमान में 15° से 25°C की कमी के फलस्वरूप बॉयलर दक्षता में लगभग एक तापमान प्रतिशत की वृद्धि होती है।

(2) वायु-पूर्वतापक के लाभ (Advantages of air preheater)

(i) बॉयलर भट्टी में निम्न ग्रेड ईंधन का प्रयोग किया जा सकता है।

(ii) उच्च ग्रेड वाले ईंधन को गरम वायु से सुखाया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) भट्टी की ऊष्मा अन्तरण दर में वृद्धि होती है।

(iv) बॉयलर संयन्त्र की ऊष्मीय दक्षता में वृद्धि होती है।

(v) ईंधन की खपत में कमी होती है, क्योंकि दहन-गैसों की व्यर्थ जाती ऊष्मा का उपयोग हो जाता है।

(vi) दहन क्रिया तीव्र हो जाती है।

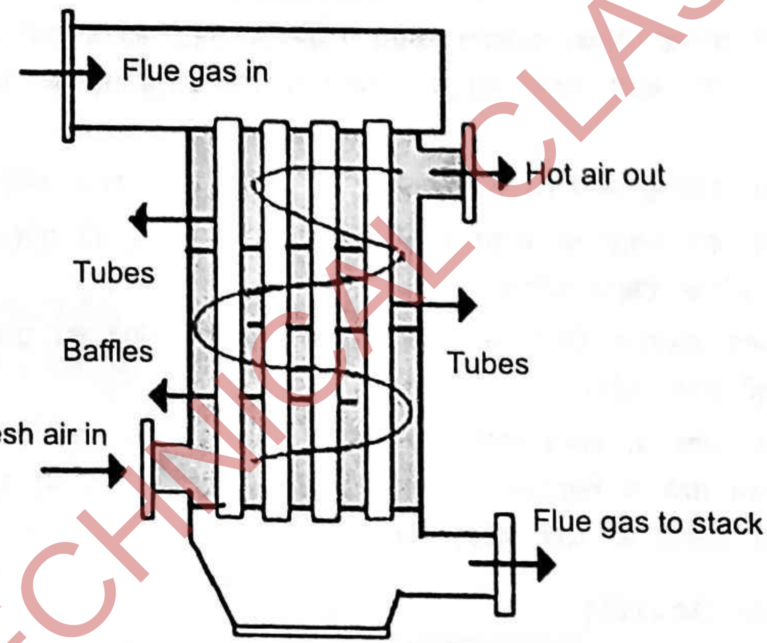
(vii) दहन क्रिया से अपेक्षाकृत कम धुआँ तथा रख बनता है।

(viii) बॉयलर पर बदलते बोझ की दशा से वायु-पूर्वतापक के प्रयोग से बॉयलर नियन्त्रण सरल हो जाता है।

(3) प्रमुख प्रकार के वायु-पूर्वतापक (Types of air-preheater)

कुछ प्रमुख वायु-पूर्वतापकों का विवरण निम्न प्रकार है—

(अ) नलिकाकार वायु-पूर्वतापक (Types of air-preheater)—चित्र 6.11 में नलिकाकार वायु-पूर्वतापक दिखाया गया है। उसमें 70 मिमी व्यास वाली इस्पात की अनेक ऊर्ध्व नलियाँ होती हैं जो सिरों पर प्लेटों से जुड़ी होती हैं। इनकी लम्बाई 3 से 9 मीटर तक होती है और ये एक केसिंग में बन्द होती हैं।



चित्र 6.11 : नलिकाकार वायु-पूर्वतापक

ठण्डी वायु का प्रवेश डैम्पर द्वारा अनियन्त्रित मार्ग से होता है। वायु जब गरम नलियों के बाहर से प्रवाहित होती है तो दहन-गैसों की ऊष्मा ग्रहण कर लेती है। वायु को अधिक समय तक नलियों के सम्पर्क में रखने के लिये उनके मार्ग में अनेक बैफल प्लेट (baffle plates) लगी होती हैं, बैफल प्लेटों के कारण वायु घुमावदार (zig-zag) मार्ग से प्रवाहित होती है और अन्त में गरम होकर भट्टी में पहुँचती है।

(ब) प्लेटाकार वायु-पूर्वतापक (Plate type air-preheater)—इसमें धातु की अनेक पतली प्लेटें होती हैं। ये प्लेटें एक दूसरी समान्तर तथा वायु के प्रवाह के लिये स्थान छोड़ते हुये ऊर्ध्व में लगायी जाती हैं। प्लेटें इस प्रकार लगायी जाती हैं कि किन्हीं दो प्लेटों के बीच में यदि दहन गैसें प्रवाहित होती हैं तो उनके साथ वाली प्लेटों के बीच में से गरम की जाने वाली वायु प्रवाहित हो। इस प्रकार एक के बाद एक वायु तथा दहन गैसों के प्रवाह के लिये स्थान बनाये जाते हैं। वायु तथा दहन गैसें अपने-अपने मार्गों पर प्रवाहित होती हैं परन्तु इनके प्रवाह की दिशा एक-दूसरे के विपरीत होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(IV) भरण जल तापक (Feed water heaters)

(1) भरण जल तापकों का कार्य (Function of feed water heaters)

भरण जल तापकों का कार्य भरण जल को बॉयलर में भेजने से पूर्व गरम करना है। इनके उपयोग से बॉयलर की दक्षता में वृद्धि होती है। साथ ही साथ वॉयलर में जल के वाष्पन के लिये अपेक्षाकृत कम ऊष्मा की आवश्यकता पड़ती है।

(2) भरण जल तापकों का वर्गीकरण (Classification)

भरण जल तापक युक्तियों को मुख्यत: दो श्रेणियों में बाँटा जा सकता है—

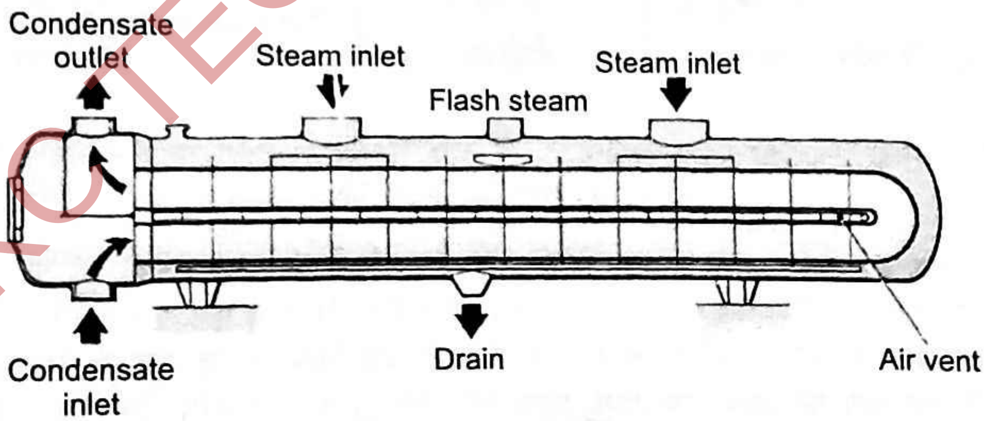
(अ) ऐसी युक्तियाँ जिनमें भरण जल को गर्म करने के लिये बॉयलर की दहन गैसों का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के तापकों को मितोपयोजक कहते हैं। इनका विवरण पहले दिया जा चुका है।

(ब) ऐसी युक्तियाँ जिनमें भरण जल को गरम करने के लिये बॉयलर की भाप का उपयोग किया जाता है।

उपरोक्त में श्रेणी (ब) के तापकों में पानी को गरम करने के लिये या तो पानी से भरी नलियों के ऊपर स भाप प्रवाहित की जाती है या पानी तथा भाप का सीधा सम्पर्क स्थापित किया जाता है। पहली अवस्था में तापकों को **बन्द तापक** (closed heater) तथा दूसरी अवस्था में तापकों को **सम्पर्क तापक** (direct contact heater) या **खुला भरण जल तापक** (open feed water heater) कहते हैं।

(I) बन्द तापक (Closed heater)

इस तापक में पानी को गरम करने के लिये इसे धातु की नलियों में प्रवाहित किया जाता है तथा तापक भाप (heating steam) को नलियों के ऊपर से प्रवाहित किया जाता है। एक बन्द तापक चित्र 6.12 में दिखाया गया है। चित्र में दिखाये तापक में ताँबे की 24 नलिकायें होती हैं। नलियों को स्पष्ट रूप से दिखाने के लिये चित्र में केवल दो नलियाँ दिखाई गई हैं। नलियों के किनारो को ढलवाँ इस्पात के बने ऊपरी तथा निचले हैडरों में फैला कर लगाया जाता है। ऊपरी हैडर एक बेलनाकार खोल (cylindrical shell) के ऊपरी भाग पर स्थाई रूप से लगा होता है जबकि निचला हैडर नलियों की सहायता से खोल के निचले भाग में लटका हुआ होता है। इस अवस्था से नलियों को खोल में फैलने तथा सिकुड़ने के लिये स्वतन्त्रता मिल जाती है। तापक को सहारने के लिए ऊपरी हैडर पर सहार (Supports) S लगे होते हैं।



चित्र 6.12 : बन्द तापक

हैडरों को त्रिज्य रिबो (radial ribs) की सहायता से छ: बड़े तथा दो छोटे खण्डों में विभाजित कर दिया जाता है। प्रत्येक बड़े खण्ड में छ: नलियाँ तथा छोटे खण्ड में तीन नलियाँ स्थापित की जाती हैं। ऊपरी हैडर के छोटे खण्डों का स्थापन पानी के प्रवेश मार्ग तथा निकास मार्ग के पास किया जाता है। प्रवेश मार्ग द्वारा पानी छोटे खण्ड में स्थापित तीन नलियों के माध्यम से निचले हैडर से प्रवाहित होता है, जहाँ से यह साथ वाले खण्ड की तीन नलियों के माध्यम से

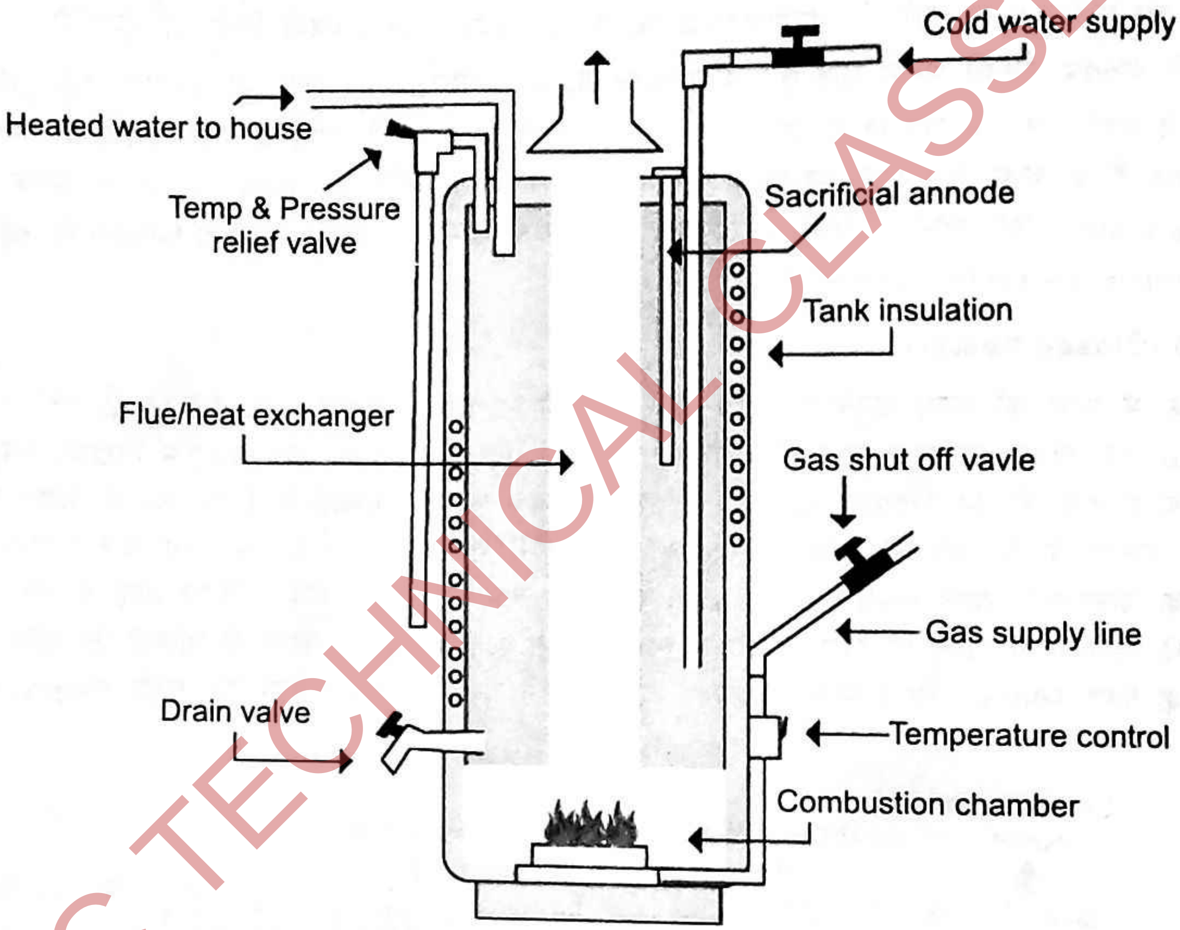
AKC TECHNICAL CLASSES

ऊपरी हैडर के खण्ड में आता है। इस खण्ड से पानी शेष तीन नलियों के माध्यम से निचले हैडर में आता है। इस प्रकार यह क्रम चलता रहता है और अन्त में पानी गरम होकर निकास मार्ग द्वारा बॉयलर में भेजा जाता है।

तापन भाप का प्रवेश मार्ग *E* से होता है तथा नलियों की ओर इसका प्रवाह एक बेलनाकार खोल *F* की सहायता से होता है। नलियों को ऊष्मा देने के पश्चात् भाप संघनित होकर तापक के निचले भाग से निकल जाती है। तापक, बॉयलर संयन्त्र में भरण पम्प (feed pumps) के निकास-मार्ग पर लगाया जाता है।

(II) सीधा सम्पर्क तापक (Direct contact heater)

सीधा सम्पर्क तापक चित्र 6.13 में दिखाया गया है। इसमें पानी तथा भाप के सीधे सम्पर्क से भरण जल को गरम किया जाता है। इसके लिए बॉयलर की भाप का उपयोग किया जाता है। भाप-इन्जन या भाप टरबाइन की निकास भाप का भी प्रयोग किया जा सकता है।



चित्र 6.13 : सीधा सम्पर्क तापक

तापन भाप का प्रवेश एक पाइप *A* के माध्यम से होता है। गरम किये जाने वाले पानी को पम्प द्वारा पाइप *B* में भेजा जाता है। तापक में पानी का प्रवेश स्प्रिंग नियन्त्रित वाल्व *C* द्वारा होता है। पानी पुन: एक शंक्वाकार छिद्रित बर्तन से होकर बेलनाकार छिद्रित बर्तन में पतली धाराओं के रूप में आता है। इस क्रिया में यह भाप के सीधे सम्पर्क में पर्याप्त समय के लिये आता है तथा भाप की अधिकतम ऊष्मा ग्रहण कर लेता है। अन्त में गरम पानी तथा उसके साथ संघनित भाप तापक के निचले भाग में एकत्र हो जाते हैं, जहाँ से पम्प द्वारा इन्हें बॉयलर में भेजा जाता है।

बॉयलर चढ़नार (Boiler Mountings)

बॉयलर चढ़नारें वह सहायक युक्तियाँ हैं जो बॉयलर खोल पर लगी होती हैं तथा बॉयलर के परिचालन (operation), सुरक्षा (safety) तथा अनुरक्षण (maintenance) के लिए आवश्यक होती हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

बॉयलर चढ़ानारें बॉयलर खोल के ऊपर उपयुक्त स्थानों पर फिट होती हैं। प्रमुख चढ़ानारें निम्न प्रकार हैं—

(1) जल-तल सूचक (Water level indicator)
(2) दाब गेज (Pressure gauge)
(3) सुरक्षा वाल्व (Safety valve)
(4) रोक वाल्व (Stop valve)
(5) फीड-चैक वाल्व (Feed-check valve)
(6) निकास टोंटी (Blow off cock)
(7) गलन-प्लग (Fusible-plug)
(8) प्रवेश-छिद्र (Main-hole)

(1) **जल-तल सूचक**—जल-तल सूचक बॉयलरों की सहायक युक्ति है, जो इनमें पानी का तल प्रदर्शित करती है। प्रत्येक बॉयलर पर यह गेज संख्या में दो, एक दूसरे से 180° पर लगायी जाती हैं।

(2) **दाब गेज**—दाब-गेज की सहायता से बॉयलर में भाप का गेज-दाब ज्ञात किया जाता है। बॉयलर में यह एक सुरक्षा युक्ति की भाँति कार्य करता है।

(3) **सुरक्षा वाल्व**—बॉयलर में भाप का दाब कभी-कभी इतना बढ़ सकता है कि वह प्लेटों की सहन क्षमता से अधिक हो जाता है और बॉयलर के किसी भी समय फटने की सम्भावना हो जाती है। ऐसी स्थिति में बॉयलर को बचाने के लिए सुरक्षा वाल्व का प्रयोग किया जाता है।

(4) **रोक वाल्व**—इस प्रकार के वाल्वों का प्रयोग बॉयलर से भाप-नली में अथवा भाप-नली से भाप-इंजन में, भाप की सप्लाई को नियन्त्रित करने में होता है। यह वाल्व जब बॉयलर से भाप-नली में भाप की सप्लाई नियन्त्रित करता है तब इसे संगम-वाल्व कहते हैं।

(5) **फीड चैक वाल्व**—यह दो कार्य करता है—
   (i) बॉयलर में पानी की सप्लाई का नियन्त्रण करना।
   (ii) बॉयलर से फीड-पम्प की ओर पानी के उल्टे प्रवाह को रोकना।

(6) **निकाय-टोंटी**—यह दो कार्य करती है—
   (i) बॉयलर के परिचालन के अन्तर्गत पंक (mud) तथा तलछट (sediments) को निकालने के लिए थोड़ा पानी इस टोंटी द्वारा बॉयलर से बाहर निकाल दिया जाता है।
   (ii) जब कभी बॉयलर की मरम्मत, सफाई या निरीक्षण की आवश्यकता होती है, उस समय इस टोंटी को खोलकर बॉयलर का सारा पानी बाहर निकाल दिया जाता है।

(7) **गलन-प्लग**—गलन-प्लग सुरक्षा की दृष्टि से बॉयलर में अकस्मात् पानी के निम्न स्तर के कारण, इसके अतितापन से रक्षा के लिए लगाया जाता है।

(8) **प्रवेश-छिद्र**—प्रवेश-छिद्र बॉयलर-खोल पर उपयुक्त स्थान पर बनाया जाता है। इसमें से होकर कोई व्यक्ति बॉयलर के अन्दर उसके निरीक्षण या सफाई के लिए प्रवेश करता है।

बॉयलर के ऊर्जा प्रदर्शन का आंकलन
(Energy Performance Assessment of Boilers)

बॉयलर के प्रदर्शन के पैरामीटर जैसे कि दक्षता तथा वाष्पीकरण अनुपात समय के साथ कम होता है क्योंकि खराब दहन, ऊष्मा ट्रांसफर सतह ठीक नहीं है तथा खराब ऑपरेशन व रखरखाव; जबकि नये बॉयलर के लिए खराब प्रदर्शन का मतलब है कि ईंधन के गुण तथा जल के गुण में खराबी है। बॉयलर दक्षता टेस्ट के माध्यम से हम बॉयलर की दक्षता के कम होने के पीछे के कारणों का पता लगाते हैं।

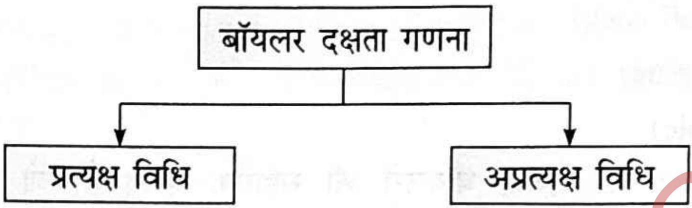
AKC TECHNICAL CLASSES

बॉयलर दक्षता (Boiler Efficiency)

बॉयलर दक्षता भाप जनन में प्रयुक्त वास्तविक ऊष्मा तथा इसी अवधि में ईंधन दहन से उत्पन्न ऊष्मा का अनुपात होता है। बॉयलर दक्षता को दो विधियों द्वारा मापा जाता है—

(1) **प्रत्यक्ष विधि**—जहाँ पर कार्यकारी द्रव द्वारा प्राप्त ऊर्जा को बॉयलर ईंधन के ऊर्जा तत्व से तुलना की जाती है।

(2) **अप्रत्यक्ष विधि**—जहाँ पर दक्षता ऊर्जा इनपुट तथा हानियों का अन्तर है।



प्रत्यक्ष विधि (Direct Method)

इस विधि को **इनपुट-आउटपुट विधि** भी कहते हैं क्योंकि दक्षता की गणना करने के लिए हमें उपयोगी आउटपुट (भाप) तथा ऊष्मा इनपुट (ईंधन) की आवश्यकता पड़ती है।

$$\text{बॉयलर दक्षता} = \frac{\text{ऊष्मा आउटपुट}}{\text{ऊष्मा इनपुट}} \times 100$$

बॉयलर दक्षता निकालने के लिए निम्न पैरामीटरों का ध्यान रखा जाता है।

(1) प्रति घण्टा कितनी भाप उत्पन्न हो रही है Q kg/hr

(2) प्रति घण्टा ईंधन की खपत q kg/hr

(3) कार्यकारी दबाव (kg/cm^2 (g)) तथा अतिऊष्मा तापमान (°C)

(4) फीड जल का तापमान (°C)

(5) ईंधन का प्रकार तथा कुल कैलोरीफिक मान ईंधन का (GCV) Kcal/Kg

$$\text{बॉयलर दक्षता } (\eta) = \frac{Q \times (h_g - h_f)}{q \times \text{GCV}} \times 100$$

जहाँ h_g = संतृप्त भाप की तापीय धारिता Kcal/Kg में

h_f = फीड जल की तापीय धारिता Kcal/Kg में

प्रत्यक्ष विधि के लाभ

(1) संयन्त्र के कर्मचारी आसानी से तथा जल्दी दक्षता ज्ञात कर सकते हैं।

(2) गणना के लिए कम पैरामीटर की आवश्यकता पड़ती है।

(3) मॉनिटरिंग के लिए नये उपयन्त्र की आवश्यकता।

हानियाँ

(1) दक्षता कम होने पर ऑपरेटर को दक्षता कम होने का कारण पता नहीं चलता।

(2) दक्षता को ज्ञात करने के लिए विभिन्न हानियों की गणना करना मुश्किल है।

अप्रत्यक्ष विधि (Indirect Method)

अप्रत्यक्ष विधि को **ऊष्मा हानि विधि** भी कहते हैं। इस विधि में दक्षता को ज्ञात करने के लिए होने वाली ऊष्मा हानियों के भाग को 100 में से घटाया जाता है। इस विधि में ब्लो डाऊन हानियों को नहीं जोड़ा जाता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

बॉयलर में होने वाली मुख्य हानियाँ

(1) सूखी फ्लू गैसों द्वारा होने वाली ऊष्मा हानि,
(2) ईंधन तथा दहन वायु में नमी के कारण होने वाली ऊष्मा हानि,
(3) हाइड्रोजन का दहन होने के कारण होने वाली ऊष्मा हानि,
(4) विकिरण के कारण होने वाली ऊष्मा हानि,
(5) ना जलने के कारण होने वाली ऊष्मा हानि,

उपरोक्त में ईंधन में नमी के कारण हानि तथा हाइड्रोजन का दहन होने के कारण हानि ईंधन पर निर्भर करती है तथा इन्हें डिजाइन के द्वारा कंट्रोल नहीं किया जा सकता है।

अप्रत्यक्ष विधि द्वारा बॉयलर दक्षता निकालने के लिए निम्न डाटा की आवश्यकता पड़ती है—

(1) ईंधन का पूर्ण रूप से विश्लेषण (H_2, O_2, S, C, नमी सामग्री, राख सामग्री)
(2) फ्लू गैसों में ऑक्सीजन तथा CO_2 की प्रतिशत,
(3) फ्लू गैसों का तापमान $°C\,(T_f)$,
(4) जरूरी तापमान $°C\,(T_a)$ तथा वायु में नमी Kg/Kg सूखी वायु का
(5) ईंधन की GCV Kcal/Kg
(6) राख में दहन का प्रतिशत (ठोस ईंधन के लिए)
(7) राख की GCV Kcal/Kg (ठोस ईंधन के लिए)

बॉयलर में ऊर्जा संरक्षण

(1) सही ईंधन ज्वालन (firing) उपयन्त्र का चुनाव करें; जैसे कि बरनर, यान्त्रिक स्ट्रोक।
(2) वर्नर टिप पर ईंधन ऑयल का तापमान तथा दाब निर्माता द्वारा बताए गए मापदंडों के अनुसार होना चाहिए।
(3) वर्नर तथा सहायक उपयन्त्रों में होने वाली विकिरण हानियों को कम करें, थर्मल विद्युतरोधी में सुधार करके।
(4) भरण जल को बॉयलर तक पहुँचाने की प्रक्रिया में उतार-चढ़ाव कम हो तथा भरण जल को पहले गर्म करें।
(5) वॉयलर के अन्दर उपयोग होने वाली पावर तथा भाप की जाँच करें ताकि रिलीफ वाल्व व अन्य फिटिंग से निकलने वाली भाप को कम किया जा सके।
(6) ईंधन खपत, भाप उत्पादन तथा संचरण के लिए मीटर होना चाहिए तथा इसका रखरखाव सही होना चाहिए।
(7) फ्लू गैसों का निरीक्षण करें तथा कार्बन डाई ऑक्साइड व ऑक्सीजन के प्रतिशत को कम करें।
(8) कोल ज्वालन में प्राथमिक वायु का दाब सही होना चाहिए तथा कोयले की मोटाई एक समान होनी चाहिए।
(9) भरण जल को गर्म करने के लिए अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति का उपयोग करना चाहिए तथा रिक्यूपरेटर व मितिपयोजित्र (Economiser) के द्वारा दहन वायु का उपयोग करना चाहिए।
(10) प्रक्रिया ऑपरेशन की समय-सारणी बनायें तथा बॉयलर पर एकसमान लोड रखें।
(11) अत्यधिक उतार-चढ़ाव से बचें।
(12) वायु रिसाव से बचें तथा अधिक गैस से बचें।
(13) ऊष्मा हस्तांतरण सतह को साफ रखें, ताकि उस पर कालिख ना जम पाये।

AKC TECHNICAL CLASSES

(14) कोयला-फायरिंग में असंतुलित राख को कम करने का प्रयास करें। लौ को स्थिर करने के लिए गति, फीड और वायु आपूर्ति को समायोजित करें।

(15) अस्थिर लौ ना बनने दें तथा सतह पर लगने वाली लौ को फैलने ना दें।

(16) ऊष्मा अंतरण सतह पर 3 मिमी मोटी कालिख की परत जमने से ईंधन की खपत में 2.5 प्रतिशत की वृद्धि हो सकती है।

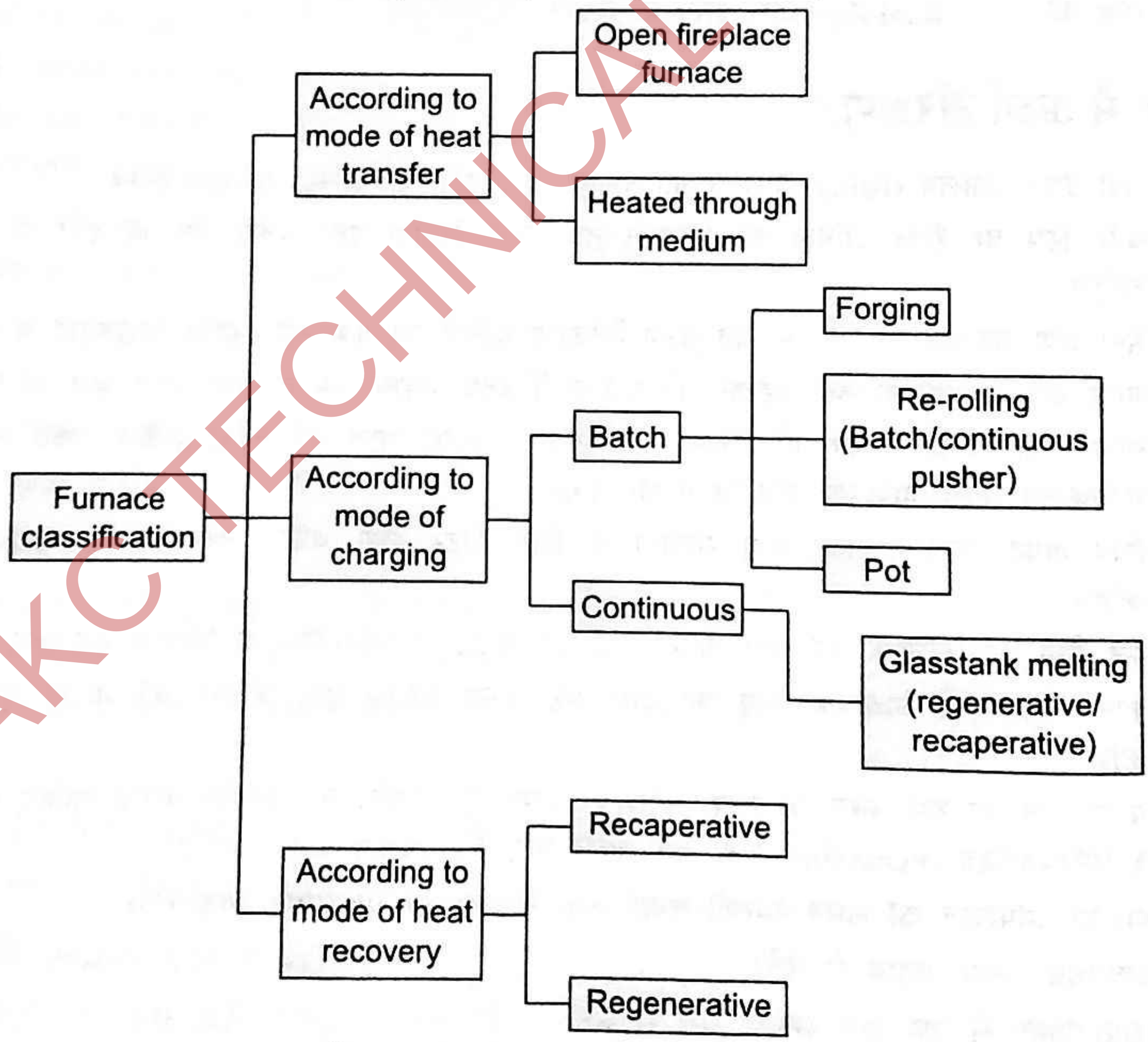
(17) बॉयलर में उत्पन्न होने वाली फ्लू गैस हानि, विकिरण हानि, अधूरा दहन, अधिक वायु की देखरेख की जानी चाहिए। इसके कारण ईंधन की खपत में 20 प्रतिशत तक की कमी आ सकती है।

भट्टी (Furnaces)

भट्टी वह उपयन्त्र है जो धातु को कास्टिंग के लिए पिघलाता है या पदार्थ को गर्म करता है, उसकी शक्ल को बदलने के लिए (जैसे कि रोलिंग, फोर्जिंग आदि) या उसके गुणों को बदलने के लिए (जैसे कि ऊष्मा उपचार)।

विभिन्न भट्टियों के प्रकार तथा वर्गीकरण
(Types and Classification of Different Furnaces)

ऊष्मा उत्पन्न करने के प्रकार के हिसाब से भट्टियों को मुख्य रूप से दो भागों में वर्गीकृत किया गया है—दहन टाइप (ईंधन का उपयोग करके) तथा विद्युत टाइप। दहन प्रकार की भट्टियों में, दहन के प्रकार पर निर्भर करती है तथा इन्हें तेल दहित, कोयला दहित तथा गैस दहित (Gas fired) में वर्गीकृत किया गया है।



चित्र 6.13 : Furnace classification

AKC TECHNICAL CLASSES

1. पदार्थ को किस प्रकार चार्ज किया जा रहा है, के हिसाब से इन्हें वर्गीकृत किया जा सकता है—
   (i) आंतरायिक या बैच प्रकार की भट्टी या आवधिक भट्टी
   (ii) सतत् भट्टी
2. अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति के हिसाब से रिक्यूपरेटिव या पुनर्योजिक भट्टी
3. अन्य प्रकार की भट्टियों का वर्गीकरण ऊष्मा हस्तांतरण के हिसाव से, चार्जिंग के हिसाब से तथा ऊष्मा पुन: प्राप्ति के हिसाब से, जैसा कि चित्र 6.13 में दिखाया गया है।

एक कुशल (दक्ष) भट्टी के लक्षण (Characteristics of an Efficient Furnace)

भट्टी का डिजाइन इस प्रकार किया जाना चाहिए कि एक समय में जितना हो सके उतना किसी पदार्थ को एक समान तापमान पर हीट कर सके तथा कम से कम ईंधन व मजदूरों का उपयोग करके। इसको प्राप्त करने के लिए निम्न वातों का ध्यान रखा जाता है—

1. किसी पदार्थ या चार्ज को कितनी ऊष्मा दी गई।
2. स्टॉक को गर्म करने के लिए भट्टी के द्वारा पर्याप्त ऊष्मा उत्पन्न हो रही है तथा ऊष्मा हानि को कम करें।
3. भट्टी गैसों के द्वारा उत्पन्न ऊष्मा का हस्तांतरण स्टॉक की गर्म करने वाली परत को होना चाहिए।
4. स्टॉक के अन्दर समान तापमान होना चाहिए।
5. भट्टी के द्वारा होने वाली ऊष्मा हानियों को जहाँ तक सम्भव हो, कम करना चाहिए।

भट्टी ऊर्जा सप्लाई (Furnace Energy Supply)

चूँकि फ्लू गैसों से उत्पन्न होने वाला उत्पाद सीधे स्टॉक के सम्पर्क में होता है इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि ईंधन किस प्रकार का है; जैसे कि कुछ पदार्थ सल्फर को ईंधन के रूप में स्वीकार नहीं करते हैं तथा ठोस ईंधन को उपयोग करने पर कुछ निश्चित पदार्थ उत्पन्न होते हैं, जो भट्टी के अन्दर रखे स्टॉक को प्रभावित करते हैं। अत: ज्यादातर भट्टी ईंधन के रूप में तरल ईंधन, गैस ईंधन या विद्युत को ऊर्जा इनपुट के रूप में उपयोग करती है।

स्टील तथा आयरन (कच्चा लोहा) को पिघलाने वाली प्रेरण तथा आर्क भट्टी विद्युत का उपयोग करती है तथा नोन-फेरस भट्टियाँ तेल को ईंधन के रूप में उपयोग करती हैं।

तेल दहित भट्टियाँ (Oil Fired Furnace)

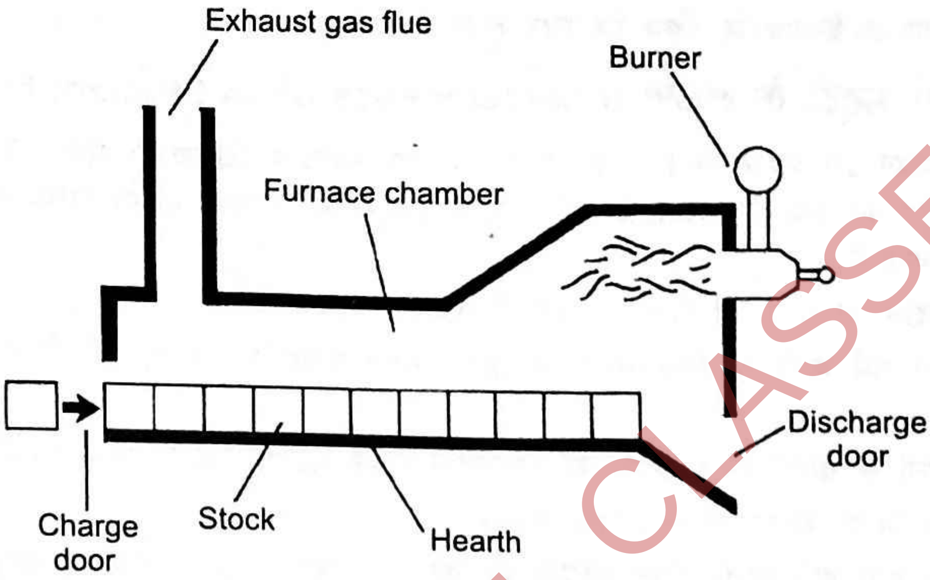
तेल दहित भट्टियों में तेल को मुख्य ईंधन के रूप में उपयोग करते हैं। मुख्य रूप से रीहीटिंग या पदार्थ का ऊष्मा उपचार करने में जिन भट्टियों में सल्फर की आवश्यकता नहीं है, वहाँ LDO का भट्टियों में उपयोग किया जाता है। कुशल भट्टी के संचालन की कुंजी न्यूनतम अतिरिक्त हवा के साथ ईंधन के पूर्ण दहन में निहित है।

भट्टियाँ कम से कम 7% दक्षता के साथ कार्य करती हैं जबकि अन्य दहन उपकरण में दक्षता 90% तक प्राप्त की जा सकती है; जैसे कि बॉयलर। इसका कारण उच्च तापमान है, जिस पर भट्टियाँ आवश्यक मांग को पूरा करने के लिए कार्य करती है; उदाहरण के लिए, माना कि एक भट्टी स्टॉक को 1200°C तक गर्म करती है तो 1200°C पर वाहर जाने वाली गैसों के कारण ऊष्मा हानि होती है। फिर भी दक्षता में सुधार लाने के लिए कुछ तरीके अपनाये गये हैं; जैसे कि स्टॉक को पहले गर्म करना, दहन वायु को पहले गर्म करना तथा अन्य अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति सिस्टम को लगाना।

सभी भट्टियों में चित्र 6.14 में दर्शाई गई विशेषताएँ होती हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

1. भट्टी को रिफ्रेक्ट्री चैम्बर को विद्युतरोधी पदार्थ का बनाएँ ताकि उच्च तापमान पर ऊष्मा को रोक सके।
2. एक हर्थ सहायक के रूप में या स्टील को ले जाने के लिए। यह रिफ्रेक्ट्री पदार्थ से बना हो सकता है या लोहे की सपोर्ट का प्रबंध जोकि जल द्वारा ठंडा किया जाता है।
3. एक बर्नर जोकि तरल या गैस ईंधन का उपयोग करके चैम्बर के तापमान को बढ़ाने या बनाए रखने के लिए काम में आता है। कोयला या विद्युत के द्वारा दुबारा से गर्म किया जा सकता है।



चित्र 6.14 : भट्टी विशेषताएँ

4. एक विधि के द्वारा दहन के उपरान्त उत्पन्न होने वाली गैसों को बाहर किया जाता है।
5. एक विधि के द्वारा स्टील का परिचय तथा चैंबर से स्टील को हटाना।
6. ये सब सुविधाएँ भट्टी के साइज तथा प्रकार पर निर्भर करती हैं। स्टील की शक्ल तथा साइज पर प्रक्रिया की जाती है जोकि रोलिंग मिल का सामान्य लेआउट है।
7. सामान्य प्रणालियों में रोलर टेबल, कन्वेयर, चार्जिंग मशीन तथा भट्टी पुशर।

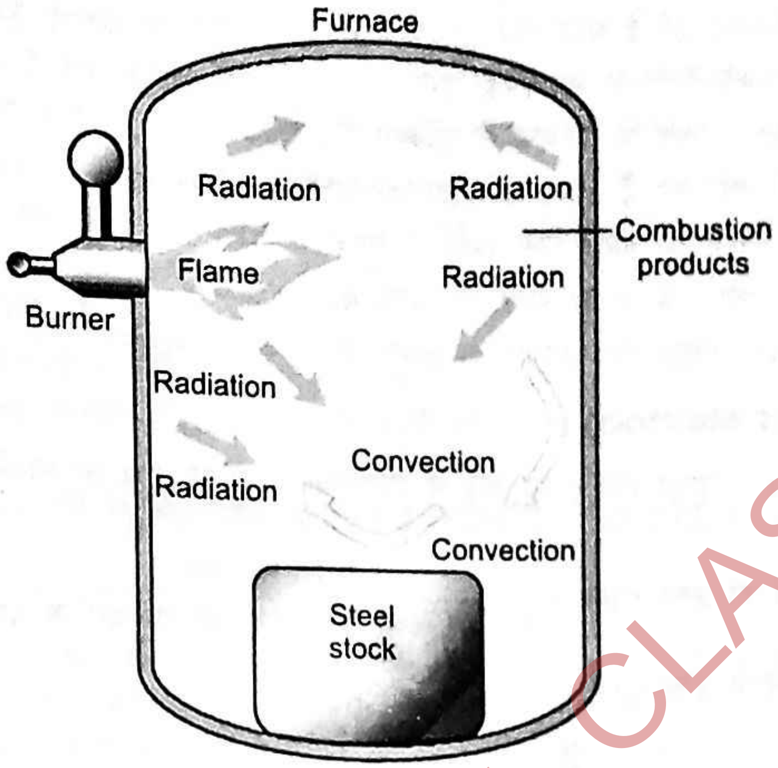
भट्टी में ऊष्मा का हस्तांतरण (Heat Transfer in Furnaces)

पुनःहीटिंग भट्टी में स्टील को किस प्रकार ऊष्मा का हस्तांतरण होता है, यह चित्र 6.15 में दिखाया गया है। साधारण तरीके से स्टॉक को ऊष्मा हस्तांतरण।

(1) लौ, गर्म दहन उत्पादों तथा भट्टी की दीवारों व छत से विकिरण के द्वारा।

(2) स्टॉक सतह पर गर्म गैसों के संचालन के संवहन के कारण पुनःहीटिंग भट्टी में उच्च तापमान उत्पन्न होने पर ऊष्मा का हस्तांतरण मुख्य रूप से दीवार विकिरण के द्वारा होता है। ऊष्मा का हस्तांतरण गैस विकिरण के कारण गैस संरचना, तापमान तथा भट्टी की ज्यामिति पर निर्भर करता है।

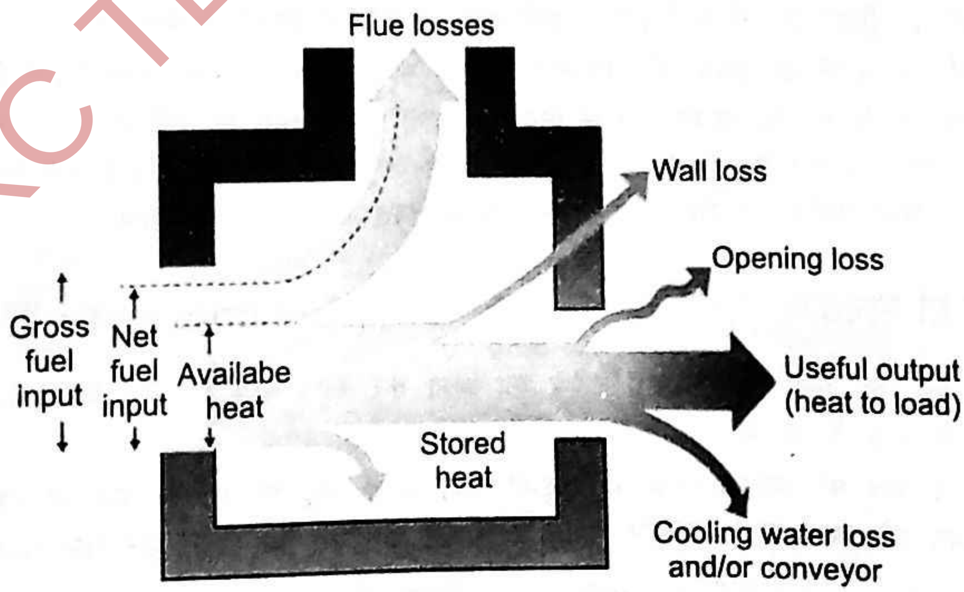
AKG TECHNICAL CLASSES



चित्र 6.15 : भट्टी में ऊष्मा का हस्तांतरण

भट्टी के प्रदर्शन का आंकलन (Performance Assessment of Furnaces)

प्रक्रिया हीटिंग उपयन्त्र जैसे कि भट्टियाँ, ओवन, हीटर तथा भट्टों की ऊष्मा दक्षता पदार्थ को दी गई ऊष्मा तथा हीटिंग उपयन्त्र को दी गई ऊष्मा का अनुपात है। हीटिंग प्रक्रिया का उद्देश्य पदार्थ पर एक निश्चित ऊष्मा ऊर्जा को लगाना ताकि उसका तापमान बढ़ जाये तथा उसे अगले प्रक्रम के लिए तैयार करना या उसके गुणों को बदलना। इस कार्य को करने के लिए उसे भट्टी में गर्म किया जाता है। इसके कारण विभिन्न भागों तथा रूपों में ऊर्जा की हानि होती है जैसा कि चित्र 6.16 में दिखाया गया है। ज्यादातर हीटिंग उपयन्त्र के द्वारा दी गई ऊष्मा निकास गैसों के रूप में खराब हो जाती है।



चित्र 6.16 : इण्डस्ट्रियल हीटिंग भट्टी में ऊष्मा हानि

AKC TECHNICAL CLASSES

इन भट्टी हानियों में—

1. भट्टी की संरचना में ऊष्मा का इकट्ठा होना।
2. भट्टी की बाहरी दीवार व संरचना से हानियाँ।
3. लोड कन्वेयर, फिक्सर, ट्रे आदि से भट्टी की ऊष्मा का बाहर जाना।
4. खोलने, गर्म हिस्सों का बाहर होना आदि से विकिरण हानि।
5. ठंडी हवा का भट्टी के अन्दर आने पर ऊष्मा का अवशोषण।
6. बर्नर के अन्दर अधिक वायु उपयोग के कारण ऊष्मा का अवशोषण।

सीधी विधि (Direct Method)

भट्टी की दक्षता का अनुमान प्रति यूनिट भार में आवश्यक ईंधन की मात्रा को मापने के द्वारा लगाया जा सकता है।

$$\text{भट्टी की ऊष्मा दक्षता} = \frac{\text{स्टॉक में ऊष्मा}}{\text{ईंधन की ऊष्मा जो स्टॉक को गर्म करने में लगी}}$$

स्टॉक को दी जाने वाली ऊष्मा (Q) की मात्रा

$$Q = m \times C_p (t_2 - t_1)$$

जहाँ Q = स्टॉक की ऊष्मा की मात्रा

m = स्टॉक का भार kg में

C_p = मध्यमान विशिष्ट ऊष्मा स्टॉक की Kcal/Kg°C

t_1 = स्टॉक का अंतिम वांछित तापमान °C में

t_2 = स्टॉक का भट्टी में प्रवेश करने से पहले का तापमान °C में

अप्रत्यक्ष विधि (Indirect Method)

यह विधि प्रत्यक्ष विधि के समान बॉयलर दक्षता का मूल्यांकन करने की विधि के समान है। भट्टी की दक्षता की अप्रत्यक्ष विधि के द्वारा भी गणना की जा सकती है। भट्टी की दक्षता की गणना निम्न हानियाँ घटाने के बाद की जा सकती है; जैसे फ्लू गैसों में ऊष्मा हानि, फ्लू गैसों में नमी के कारण होने वाली हानि, भट्टी को खोलने के कारण होने वाली हानियाँ भट्टी की दीवारों में होने वाली हानियाँ तथा अन्य जुड़ने वाली हानियों के कारण।

अप्रत्यक्ष विधि में भट्टी की दक्षता को निकालने के लिए अन्य मापदंड जिनकी आवश्यकता है, जैसे कि भट्टी के द्वारा 1 घण्टे में होने वाली तेल की खपत, बन के निकलने वाला पदार्थ, वायु की अधिक मात्रा, फ्लू गैसों का तापमान, भट्टी के विभिन्न भागों का तापमान, स्किन तापमान, गर्म दहन वायु का तापमान, उपयन्त्र जैसे कि इन्फ्रारेड थर्मामीटर, ईंधन दक्षता मॉनिटर, सतह थर्मोकपिल तथा अन्य मापयन्त्र जो उपरोक्त मापदंडों को माप सकें।

भट्टी में ऊर्जा संरक्षण (Energy Conservation in Furnaces)

1. भट्टी की फ्लू गैसों से अपशिष्ट ऊष्मा को प्राप्त कर दहन वायु को गर्म करना चाहिए। दहन वायु के 21°C में वृद्धि के कारण 1% ईंधन तेल की बचत होगी।
2. भट्टी में वायु की अधिक मात्रा को कंट्रोल करें। 10% वायु की अधिक मात्रा में हानि होने से भट्टी में 1% ईंधन की बचत होगी। सालाना 3000 Kl भट्टी के ईंधन की खपत होने पर 75 लाख रुपये की बचत होगी।

AKC TECHNICAL CLASSES

3. भट्टी से होने वाली हानियों को कम करें। प्रेक्षण से यह पता चला है कि अगर भट्टी 1000°C तापमान पर कार्य कर रही है तथा उसका गेट खुला हुआ है तो 10 lit/hr का ईंधन खपत में नुकसान होगा तथा 4000 hrs में भट्टी के द्वारा 10 लाख रूपये प्रति साल का नुकसान होगा।
4. विद्युतरोधी में सुधार करें, अगर सतह के तापमान में 20°C से अधिक की वृद्धि होती है तो अध्ययनों से पता चला है कि ऊष्मा की हानि एक भट्टी की दीवार 115 मिमी मोटी तथा 650°C तापमान पर 2650 $Kcal/m^2/hr$ को 850 $Kcal/m^2/hr$ तक कम किया जा सकता है। अगर 65 mm मोटी विद्युतरोधी की लेयर 115 mm दीवार पर चढ़ा दी जाये।
5. लिड की सही डिजाइन के द्वारा पिघलाने वाली भट्टी तथा कार्य करने वाले ऑपरेटर को लिड को बंद करने की विधि को बताकर 10-20% तक होने वाली हानियों को कम किया जा सकता है।

बॉयलर और भट्टियों के मुख्य तथा कुशल उपयोग के लिए क्या करें और क्या न करें

करने योग्य

(1) **संचालन प्रक्रिया** (Operating procedure)—ठंडी स्थिति में बॉयलर को जलाते समय सही संचालन प्रक्रिया का पालन करें। प्रत्येक दहन के पहले और बाद में करने के लिए सुनिश्चित करें और यह भी सुनिश्चित करें कि शुरू में दहन और बॉयलर को बन्द करते समय हवा छिद्र को खुला रखा जाता है।

(2) **ब्लोडाउन** (Blow down)—एक नियमित गेज ग्लास ब्लो डाउन (एक बार हर घड़ी) एक होना चाहिए। क्लोराइड के स्तर को न्यूनतम रखने के लिए दिन में एक बार बॉयलर ब्लोडाउन किया जाता है। यदि अशुद्धियों (गन्दगी) का सन्देह होता है (तेल, झाग आदि), मैल, मिट्टी को नीचे निकाल दिया जाता है।

(3) **कालिख उड़ाना** (Soot Blow)—बॉयलर ट्यूब की गर्मी का आदान-प्रदान क्षमता को जारी रखने के लिए बॉयलर ट्यूब के लिए एक बार कालिख झटका करें। आग से बचाव के लिए कालिख उड़ायें।

(4) **धुआँ** (Smoke)—दहन की गुणवत्ता का आकलन करने के लिए हर समय चिमनी से निकलने वाले बॉयलर ट्रंक से धुएँ की जाँच करें।

(5) **स्नेहन** (Lubrication)—सभी बॉयलर यांत्रिक भागों और कड़ी को समय के नियमित अन्तराल पर स्नेहन करना।

(6) **आपातकालीन रोक** (Emergency Shut Down)—बॉयलर में आपातकाल रोक की जाँच सुनिश्चित करें, जो ECR में स्थित है, काम कर रहा है। कम्पनी सुरक्षा प्रबन्धन प्रणाली SMS में वर्णित सुरक्षा दिनचर्या के अनुसार इनका परीक्षण किया जाता है।

(7) **वाल्व और ध्वनिरोधक** (Valve and Dampers)—सुनिश्चित करें कि सभी ईंधन रेखा वाल्व, भाप वाल्व और सुरक्षा वाल्व ठीक काम कर रहे हैं। उनके सही संचालन के लिए त्वरित समापन वाल्व और सुरक्षा वाल्व की जाँच करें।

(8) **रिसाव भाग** (Attend Leakage)—भाप प्रणाली में उनके उतार-चढ़ाव वाले भाप दाब के कारण रिसाव होने का खतरा होता है। हर समय बॉयलर की दक्षता बनाए रखने के लिए जल्द से जल्द सभी रिसावों के भागों की जाँच करें।

(9) **भट्टी जाँच** (Furnace Check)—भट्टी के आसपास आग रोकने और ईंधन जलाने के लिए भट्टी पर जाँच रखें। कोई भी दोष होने पर जल्दी से जल्दी उपस्थित होना चाहिए।

(10) **बॉयलर के लिए** FFA (FFA for Boiler)—बॉयलर एक अन्य दबाव मशीनरी है जिसके निर्धारित अग्निशमन उपकरण के अपने सेट हैं। स्थानीय आग बुझाने की कल (फोम प्रकार) और उच्च दबाव

AKG TECHNICAL CLASSES

जेट की धुआँ (कोहरे) प्रणाली के कार्य की जाँच करें। बॉयलर की आग को बुझाने के लिए चालक दल को प्रशिक्षित करने के लिए नियमित रूप से अभ्यास कराया जाता है।

न करें–

(1) **अप्रशिक्षित संचालक** (Untrained Operator)—सहायक अभियन्ता या अप्रशिक्षित संचालक के हाथों में बॉयलर का संचालन कभी न छोड़े, खासकर जब ठण्डी स्थिति से बॉयलर को चलाया जाता है।
बॉयलर की विफलता शुरू-समस्या निवारण सम्बन्धित अध्ययन करें।

(2) **ब्लो डाउन** (Blow Down)—कभी भी अधिक ब्लो डाउन न करें क्योंकि अतिपूर्ति करने के लिए भरण जल प्रणाली बॉयलर ड्रम में ठंडा पानी डालेगा, जिससे ऊष्मीय दक्षता में कमी आयेगी और बॉयलर में तनाव होगा।

(3) **कालिख उड़ाना** (Soot Blow)—बॉयलर के उच्च भार पर संचालित होने पर कभी भी कालिख उड़ाने वाली प्रणाली का संचालन न करें।

(4) **असामान्य अवलोकन** (Unusual Observation)—बॉयलर में किसी भी असामान्य अवलोकन से बचे, चाहे वह ध्वनि धुआँ कम गुणवत्ता या अन्य बॉयलर पैरामीटर हो। हमेशा बॉयलर से सम्बन्धित असामान्यताओं को जल्दी से जल्दी ठीक करें।
बॉयलर गेज ग्लास रखरखाव के लिये प्रक्रिया से सम्बन्धित अध्ययन करें।

(5) **अधिभार** (Overload)—एक नियमित चलने के रूप में बॉयलर को कभी भी उच्च भार पर संचालित न करें। भार की अधिकता के कारण कभी-कभी बॉयलर को अधिभार किया जा सकता है। परन्तु नियमित अधिभार से अधिक तनाव और ट्यूब की विफलता होगी।

(6) **भरण जल** (Feed Water)—किसी भी परिस्थिति में समुद्री जल का प्रयोग न करें। अगर गर्म पात्र समुद्री जल से भरा हुआ (संघनित्र में भारी लीकेज के कारण) तो संयन्त्र को बन्द कर दें तथा समस्या का निवारण करें।

(7) **लीकिंग ट्यूब** (Leaking Tubes)—जब कोई जल नलिका लीक कर रही है तो बॉयलर का संचालन ना करें तथा जल्दी से जल्दी लीकेज को दूर करें।

(8) **जल का तल** (Water Level)—दूरस्थ स्थित संचालन केन्द्र में लगे हुए जल तल सूचक पर विश्वास ना करें। सही स्थिति जानने के लिए स्थानीय गेज ग्लास की सहायता से चेक करें।

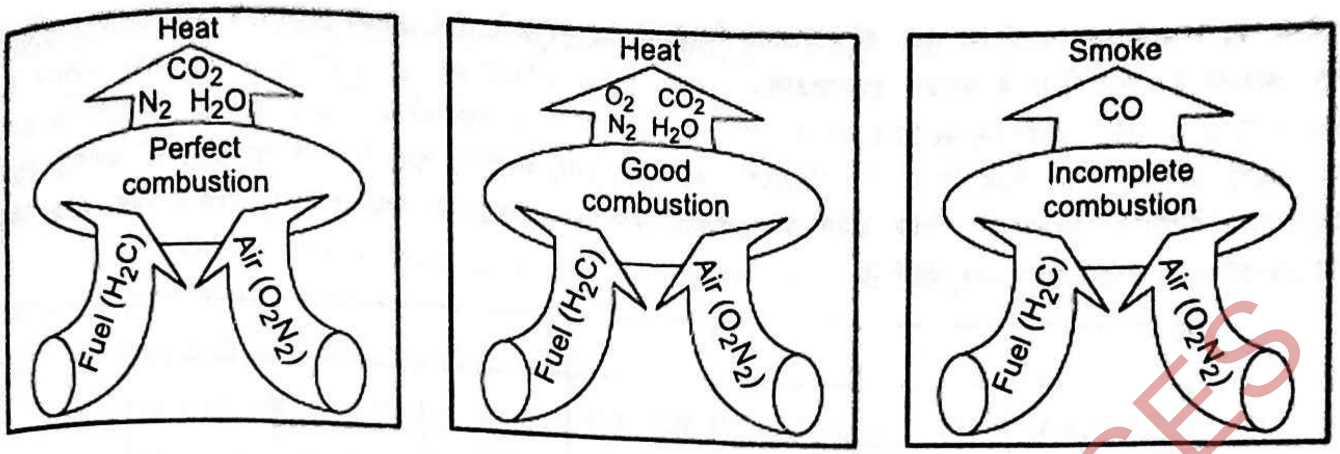
(9) **भट्टी दरवाजा** (Furnace Door)—बॉयलर की भट्टी के दरवाजे को आवश्यक रूप से खुला ना रखें। यदि इसको निरीक्षण के लिए खोला जाता है या बर्नर की सफाई के लिए खोला जाता है तो दरवाजे को बन्द कर देना चाहिए, यदि उपकरण के पास कोई व्यक्ति उपलब्ध नहीं है या एक बार कार्य पूरा हो गया है।

(10) **आवर्ती रखरखाव** (Periodic Maintenance)—बॉयलर तथा बॉयलर उपसाधन का आवर्ती रखरखाव जरूर करना चाहिए, भूलना नहीं चाहिए; अन्यथा बॉयलर व बॉयलर उपसाधन की दक्षता घट जाती है।

इस्टोइचिओमेट्रिक वायु तथा अधिक वायु की दहन के लिए धारणा
(Concept of Stoichiometric air and excess air for combustion)

बहुत अधिक तथा बहुत थोड़ा ईंधन उपलब्ध दहन वायु के साथ का परिणाम अधजला ईंधन तथा कार्बन मोनोऑक्साइड हो सकती है। सही दहन के लिए एक निश्चित O_2 की मात्रा की आवश्यकता होती है तथा पूरे दहन के लिए कुछ अधिक वायु की मात्रा की आवश्यकता होती है। हालांकि बहुत अधिक वायु की मात्रा का परिणाम ऊष्मा तथा दक्षता हानि होता है।

AK TECHNICAL CLASSES



ईंधन में सारी ऊष्मा ऊष्मा में नहीं बदलती है तथा कुछ भाप उत्पन्न करने वाले उपयन्त्रों द्वारा सोख ली जाती है। ज्यादातर ईंधन में उपलब्ध हाइड्रोजन जल जाती है तथा मुख्य बॉयलर ईंधन आजकल वायु प्रदूषण मानक जिसमें थोड़ी या शून्य सल्फर होती है। दहन दक्षता में मुख्य चुनौती अधजले कार्बन की है, जो CO_2 की जगह CO बनाता है।

इस्टोइचिओमेट्रिक दहन (Stoichiometric Combustion)

बॉयलर या भट्टी की दक्षता दहन सिस्टम की दक्षता पर निर्भर करती है। किसी भी ईंधन के सम्पूर्ण दहन के लिए वायु की मात्रा उस ईंधन में मौजूद विभिन्न संगठक जैसे कि कार्बन, हाइड्रोजन तथा सल्फर आदि पर निर्भर करती है। वायु की यह मात्रा इस्टोइचिओमेट्रिक (stoichiometric) वायु कहलाती है।

एक आदर्श दहन प्रक्रिया में 1 kg ऑयल ईंधन को जलाने में 86% कार्बन, 12% हाइड्रोजन तथा 2% सल्फर प्राप्त होती है तथा इसके लिए 14.1 kg वायु की मात्रा की आवश्यकता पड़ती है। यह वायु की वह कम से कम मात्रा है जिसकी आवश्यकता पड़ती है। अगर वायु तथा ईंधन को बर्नर के द्वारा मिलाया जाये तो दहन बिल्कुल सही होगा। दहन के बाद हमें CO_2 (कार्बन डाईऑक्साइड), पानी की भाप (H_2O) तथा सल्फर डाईऑक्साइड (SO_2) प्राप्त होते हैं तथा जो N_2 नाइट्रोजन के साथ मिलकर चिमनी के द्वारा वायु में चले जाते हैं।

इसके उपरान्त उपयोगी ऊष्मा को बॉयलर या भट्टी अवशोषित कर लेते हैं तथा फ्लू गैसें चिमनी के माध्यम से बाहर चली जाती हैं, जो अपने साथ ऊष्मा की एक अच्छी मात्रा को ले जाती हैं।

दहन के लिए अनुकूल अधिकतम वायु (Optimizing Excess Air and Combustion)

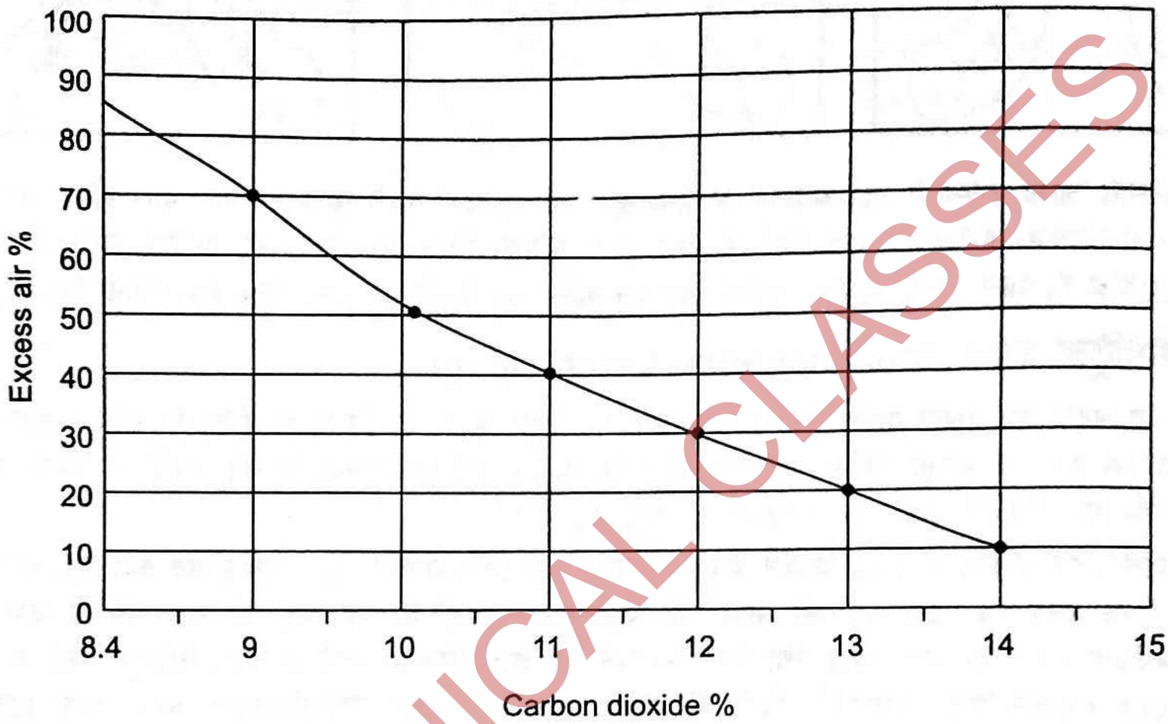
प्रत्येक 1 kg तेल ईंधन को पूरी तरह से दहन करने के लिए 14.1 kg वायु की आवश्यकता पड़ती है। ज्यादातर यह देखा गया है कि मिक्सिंग (मिलाना) कभी सही नहीं होती है। थोड़ी सी वायु की अधिक मात्रा से पूरी तरह से दहन हो जाता है, परन्तु यह सुनिश्चित हो जाये कि तेल ईंधन की सम्पूर्ण ऊष्मा उत्पन्न हो गई है। अगर वायु की अधिक मात्रा है तो पूरी तरह से दहन के लिए जो चाहिए, उसे अन्दर जाने दें। वायु की अधिक मात्रा को चिमनी के तापमान तक गर्म करने के लिए अधिक ऊष्मा की हानि होगी। इसका परिणाम यह होगा कि स्टेक हानियाँ बढ़ जायेंगी। कम वायु के कारण पूरा दहन नहीं होगा तथा धुआँ बनेगा। अतः प्रत्येक प्रकार के ईंधन के लिए वायु की एक निश्चित मात्रा की आवश्यकता होती है।

वायु का नियन्त्रण तथा फ्लू गैसों का विश्लेषण
(Control of Air and Analysis of Flue Gases)

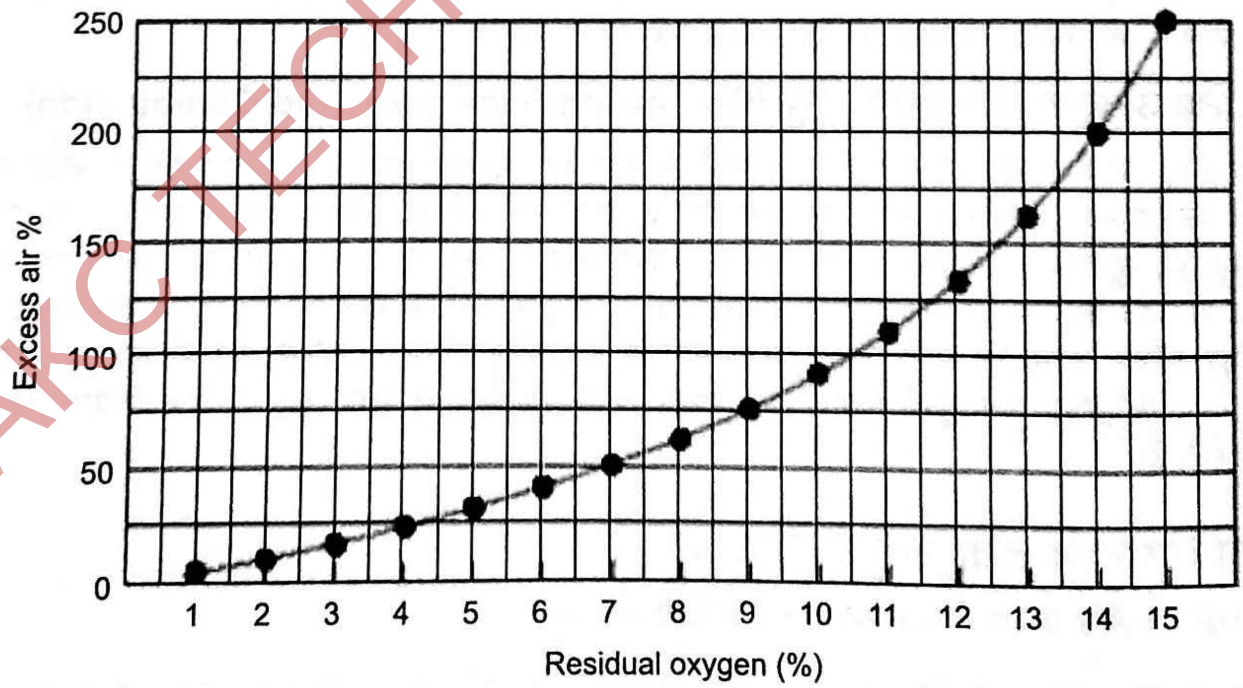
वास्तव में दहन प्रक्रिया में वायु की मात्रा की आवश्यकता जितनी जरूरत होती है, उससे बहुत अधिक की आवश्यकता होती है, जिससे वायु की कुछ मात्रा बॉयलर की भट्टी में गर्म होकर स्टेक (stack) के माध्यम से दहन में बिना हिस्सा लिये बाहर निकल जाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

गैसों का रासायनिक विश्लेषण एक उद्देश्य वाली विधि है जिससे हमें वायु को बहुत बारीकी से कंट्रोल करने में सहायता मिलती है। फ्लू गैसों में कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) तथा ऑक्सीजन (O_2) की मात्रा को सतत् उपयन्त्र या ओरसेट उपयन्त्र या छोटा फाइराइट के द्वारा मापकर वायु की अधिक मात्रा तथा स्टेक (stack) हानियों का ग्राफ के द्वारा आगणन किया जा सकता है; जैसा कि चित्र 6.17 तथा 6.18 में दिखाया गया है। वायु की अधिक मात्रा की सप्लाई ईंधन के प्रकार तथा फायरिंग सिस्टम पर निर्भर करती है। ऑयल ईंधन के अधिकतम दहन में CO_2 तथा O_2 की मात्रा फ्लू गैसों में 14-15% CO_2 तथा 2-3% O_2 होती है।



चित्र 6.17 : Relation between CO_2 and excess air for fuel



चित्र 6.18 : Relation between residual oxygen and excess air

AKC TECHNICAL CLASSES

भाप का कुशल उपयोग (Efficient Steam Utilization)

भाप वितरण प्रणाली के लिए चयनित ऊर्जा दक्षता अभ्यास—

(1) ASME भाप प्रणाली मूल्यांकन मानकों के साथ ऊर्जा तीव्रता बेसलाइन और सुधार को मान्य करें।

(2) अपने सबसे बड़े भाप जाल, वायरलेस सेंसर जैसे डेटा स्रोतों के साथ बेहतर लाभ के अवसरों का पता लगाएँ।

(3) स्टार्टअप में पर्याप्त कंडेनसेट ड्रेनेज और फ्लैश स्टीम रिकवरी के लिए ऑपरेटिंग मोड लिए वितरण प्रणाली को संचारित करने के लिए संचारित करें।

(4) वाल्व के लिए चयनित ऊर्जा दक्षता अभ्यास।

(5) अपने सबसे बड़े वाल्व के पास वायरलेस सेंसर जैसे डेटा स्रोतों के साथ लाभ के अवसरों में सुधार करें।

(6) दबाव में कमी के साथ जुड़े ऊर्जा नुकसान से बचने के लिए जहाँ तक संभव हो, दबाव टरबाइन का उपयोग करें, दबाव कम करने वाले वाल्व के बदले दबाव वापस टर्बो जनरेटर का प्रयोग करें।

भाप जाल के लिए चयनित ऊर्जा दक्षता अभ्यास—

(1) ASME भाप प्रणाली मूल्यांकन मानक के साथ ऊर्जा तीव्रता में सुधार के अवसरों को मान्य करता है।

(2) रिसाव के लिए निरंतर निगरानी और अलार्मिंग द्वारा स्टीम ट्रैप पर वायरलेस सेंसर से डेटा के साथ लाभ में सुधार। यदि आप एक कोशिश करते हैं, तो संभावना है कि आप अधिक चाहते हैं। उनके उपयोग में निवेश पर अनुकूल रिटर्न की सूचना दी गई है।

(3) यांत्रिक जाल सहित कई प्रकार के भाप जाल, स्थापना व्यवस्था को सही करने के लिए अत्यधिक संवेदनशील हैं और ठीक से संचालित करने के लिए इन्सुलेशन मात्रा भी। ट्रैप निर्माता की स्थापना और इन्सुलेशन मार्गदर्शन का ध्यानपूर्वक पालन करें।

शीतक-मीनार तन्त्र (Coolng Tower System)

इस तन्त्र में पानी को ठण्डा करने के लिये शीतलन मीनार (cooling tower) का उपयोग किया जाता है।

शीतक मीनार का महत्व

बड़े शक्ति संयन्त्रों में जहाँ अधिक मात्रा में पानी ठण्डा करने की आवश्यकता होती है, शीतक मीनार का प्रयोग अधिक उपयुक्त होता है। प्रत्येक संयन्त्र को जल स्रोत (नदी, समुद्र) के पास स्थापित करना सम्भव नहीं होता है। मितव्ययिता की दृष्टि से शक्ति संयन्त्रों को अब भार केन्द्र (load centre) के पास स्थापित किया जाने लगा है। इन संयन्त्रों में शीतक मीनार द्वारा ही पानी को ठण्डा किया जाता है। शीतक मीनार में शीत जल के तापमान का नियन्त्रण भी किया जा सकता है। शीतक मीनार में पानी ठण्डा करने का सिद्धान्त फुहार तालाब के समान ही है।

शीतक मीनार की रचना

शीतक मीनार एक अर्ध-बन्द (semi-enclosed) युक्ति होती है, जिससे पानी का शीतलन, वायु द्वारा **वाष्पक-शीतलन** (evaporative cooling) के सिद्धान्त पर होता है। शीतक मीनार की संरचना इस्पात, कंक्रीट या लकड़ी की होती है, जिससे कि जल का समान वितरण तथा अच्छा कणीकरण (atomization) सम्भव हो सके। इस उद्देश्य से मीनार में जालीदार सतहें (corrugated surfaces), लकड़ी का चैक वर्क (check work), ट्रफ (trough), जालीदार ट्रे (perforated trays) या बैफल (baffles) आदि में से किसी एक की व्यवस्था होती है।

शीतक मीनार की क्रिया

संघनित्र में भाप को संघनित कर जो पानी गरम होकर बाहर निकलता है, उसे मीनार के ऊपरी भाग से अन्दर प्रविष्ट कराया जाता है। यह पानी फुहार या पतली धार के रूप में नीचे गिरता है। पानी को ठण्डा करने के लिये मीनार

AKC TECHNICAL CLASSES

में वायु का प्रवाह या तो पानी की धारा के विपरीत दिशा में किया जाता है अथवा लम्बरूप किया जाता है। मीनार में पानी का प्रभावी शीतलन करने के पश्चात् वायु बाह निकल कर वायुमण्डल में चली जाती है। मीनार की तली तक आने के पश्चात् पानी ठण्डा हो जाता है और इसे एक जलाशय (reservoir) में एकत्र कर लिया जाता है। बाहर जाती हुई वायु के साथ जल कणों को बाहर जाने से रोकने के लियेमीनार में प्रवात-निरास (draft eliminators) का प्रबन्ध भी करना आवश्यक होता है।

प्रमुख प्रकार की शीतक मीनारें (Types of cooling towers)

शीतक मीनारों को वायु प्रवात (air draft) के आधार पर निम्न दो वर्गों में बाँटा जा सकता है—

(1) प्राकृतिक प्रवात या वायुमण्डलीय शीतक मीनारें (Natural draft or atmospheric cooling towers)

(2) यांत्रिक-प्रवात शीतक मीनारें (Mechanical-draft towers)

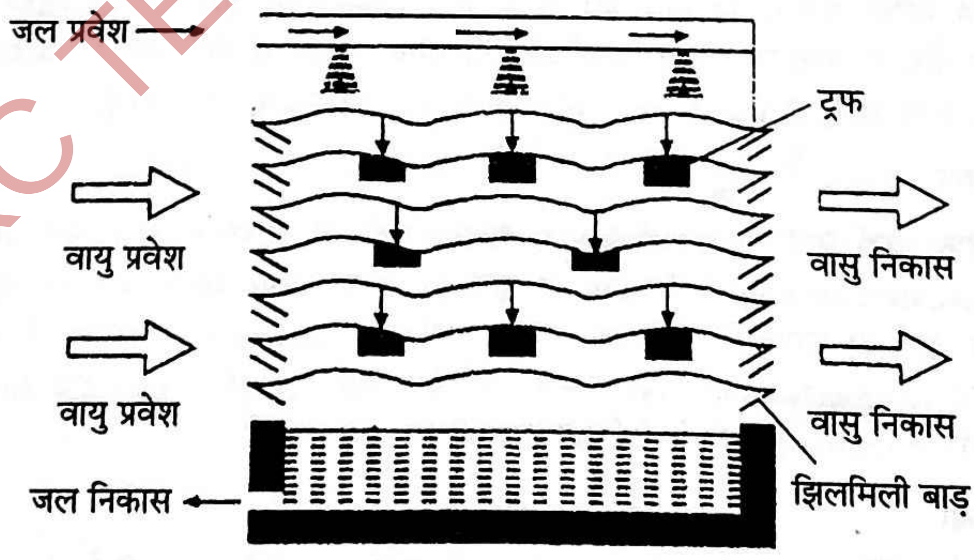
(1) प्राकृतिक-प्रवात शीतक मीनारें

इन मीनारों से वायु के प्राकृतिक प्रवात से गरम जल को ठण्डा किया जाता है। इसके अन्तर्गत **प्राकृतिक-प्रवात फुहार मीनारें** (natural draft spray filled towers), **अनुप्रस्थ-प्रवाह मीनार** (transverse flow tower) तथा **अतिपरवलयिक मीनारें** (hyperbolic tower) प्रमुख हैं। इनका विवरण निम्न प्रकार है—

(अ) प्राकृतिक-प्रवाह फुहार मीनारें (Natural draft spray filled towers)—मीनार का आकार आयताकार होता है और इसके चारों ओर झिलमिली बाड़ बनी होती है। बाढ़ के रास्ते प्राकृतिक वायु मीनार अनुप्रस्थ दिशा (transverse direction) में बहती है और पानी को ठण्डा कर बाहर निकल जाती है। गरम पानी फुहार के रूप में नॉजलों से नीचे की ओर गिरता है और वायु के सम्पर्क में आकर ठण्डा होता है।

इस मीनार की क्षमता 10 से 100 मीटर प्रति मिनट, प्रति वर्ग मीटर आधार क्षेत्रफल होती है। इसका उपयोग केवल डीजल शक्ति संयन्त्रों के लिये उपयुक्त है। इसका उपयोग ताप शक्ति संयन्त्रों में नहीं किया जा सकता क्योंकि पानी का शीतलन एक निश्चित सीमा तक किया जा सकता है और पानी के निकास तापमान पर कोई नियन्त्रण नहीं होता।

(ब) अनुप्रस्थ प्रवाह मीनार (Transverse flow tower)—इन मीनारों में गरम जल फुहारों के रूप में प्राकृतिक प्रवाह फुहार मीनार के समान नॉजलों के माध्यम से नीचे गिरता है और प्राकृतिक वायु के अनुप्रस्थ वहाव से ठण्डा होता है। मीनार की झिलमिली बाड़ वायु को निश्चित दिशा प्रदान करती है। इस मीनार की छोटी वूँदों में तोड़ने के लिये ट्रफ (troughs) लगे होते हैं।

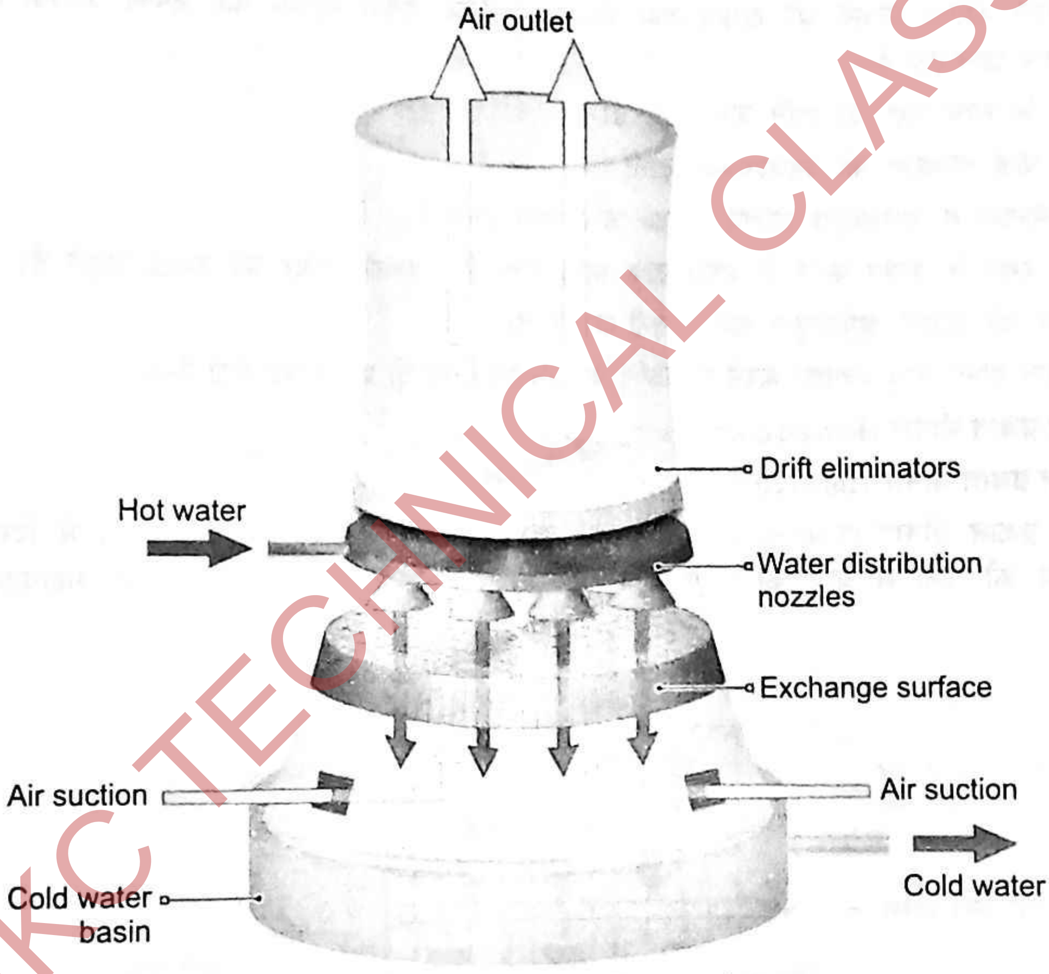


चित्र 6.19 : अनुप्रस्थ प्रवाह मीनार

AKC TECHNICAL CLASSES

इसका उपयोग ताप शक्ति संयन्त्रों में यदा-कदा ही किया जाता है क्योंकि इस मीनार की प्रारम्भिक लागत अधिक होती है और पानी को अधिक ऊँचाई तक पम्प करना पड़ता है।

(स) **अतिपरवलयिक मीनारें** (Hyperbolic towers)—ताप शक्ति संयन्त्रों में अधिकतर इस मीनार का प्रयोग होता है। इसकी व्यवस्था चित्र 6.20 में दिखायी गयी है। इसका आकार एक चिमनी जैसा होता है जिसे स्टैक (stack) कहते हैं। स्टैक वृत्ताकार अनुप्रस्थ काट में अतिपरवलयिक प्रोफाइल (hyperbolic profile) का होता है। स्टैक की रचना इस्पात प्रबलित कंक्रीट (steel reinforced concrete) से की जाती है। प्राकृतिक वायु स्टैक के अन्दर नीचे से प्रवेश करती है और ऊपरी सिरे से बाहर निकल जाती है। स्टैक की तली से लगभग 10 मीटर की ऊँचाई तक बैफल लगे होते हैं। गरम जल फुहार के रूप में बैफल्स पर गिरता है और इनसे टकराकर छोटी-छोटी बूंदों में टूट जाता है। छोटी बूंदों के रूप में यह वायु के सम्पर्क में आकर ठण्डा होता है।



चित्र 6.20 : अतिपरवलयिक मीनारें

स्टैक के अन्दर वायु गरम होकर हल्की हो जाती है और ऊपर की ओर जाती है तथा बाहर की वायु जो अपेक्षाकृत अधिक घनत्व की होती है, इसका स्थान लेने के लिये अन्दर प्रवाहित होती है। इस प्रकार मीनार में वायु का प्रवाह प्राकृतिक प्रवात के आधार पर होता है। अधिक प्रवात उत्पन्न करने के लिये मीनार की ऊँचाई भी अधिक बनानी पड़ती है। मीनार की ऊँचाई 100 से 125 मीटर तक रखी जाती है।

अतिपरवलयिक मीनारों के गुण

(i) इनकी क्षमता अपेक्षाकृत अधिक होती है।

(ii) इनमें वायु को प्रवाहित करने के लिये पंखों की आवश्यकता नहीं होती।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) इन पर परिचालन तथा रख-रखाव की लागत कम आती है।

(iv) समुचित वायु प्रवाह उपलब्ध न होने पर भी यह मीनार शीतलन का कार्य करती रहती है।

(v) इसका जीवन-काल अधिक होता है।

अवगुण

(i) इन मीनारों की प्रारम्भिक लागत अधिक होती है।

(ii) इनकी क्रिया मौसम के परिवर्तन से प्रभावित होती रहती है।

(2) यांत्रिक प्रवात शीतक मीनारें
(Mechanical Draft Cooling Towers)

यांत्रिक प्रवात शीतक मीनारों की क्षमता तथा दक्षता प्राकृतिक प्रवात मीनारों की अपेक्षा अधिक होती है। इनके प्रयोग से निम्न लाभ प्राप्त होते हैं—

(i) वायु के साथ जल की हानि कम होती है।

(ii) कम फर्श क्षेत्रफल की आवश्यकता होती है।

(iii) इन मीनारों में अपेक्षाकृत अधिक ठण्डा जल प्राप्त होता है।

(iv) वायु पंखों के प्रयोग करने से उच्च दाव प्राप्त होता है, जिससे मीनार की दक्षता वढ़ती है।

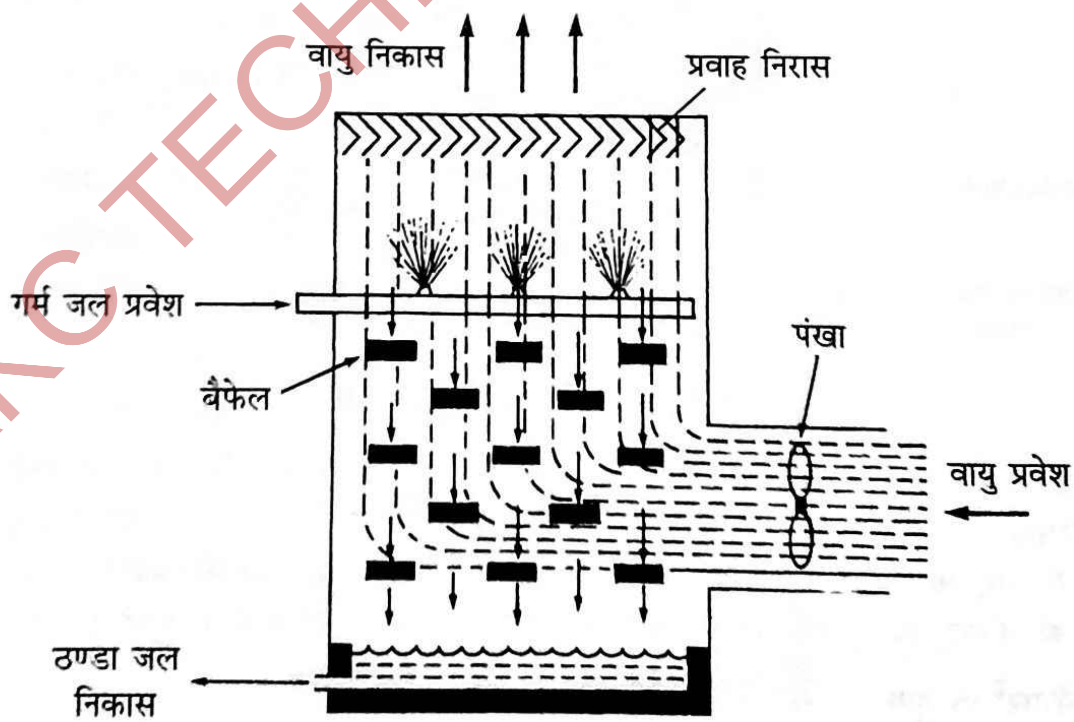
(v) मीनार की ऊँचाई अपेक्षाकृत कम वनानी पड़ती है।

यांत्रिक प्रवात मीनारें वायु प्रवाहित करने की विधि के अनुसार निम्न दो प्रकार की होती हैं—

(अ) बल प्रवात मीनार (Forced draft tower)

(व) प्रेरित प्रवात मीनार (Induced draft tower)

(अ) बल प्रवात मीनार (Forced draft tower)—इस प्रकार की मीनार को चित्र 6.21 में दिखाया गया है। मीनार की तली से वायु का प्रवेश एक बल प्रवात पंखे (forced draft fan) की सहायता से होता है।

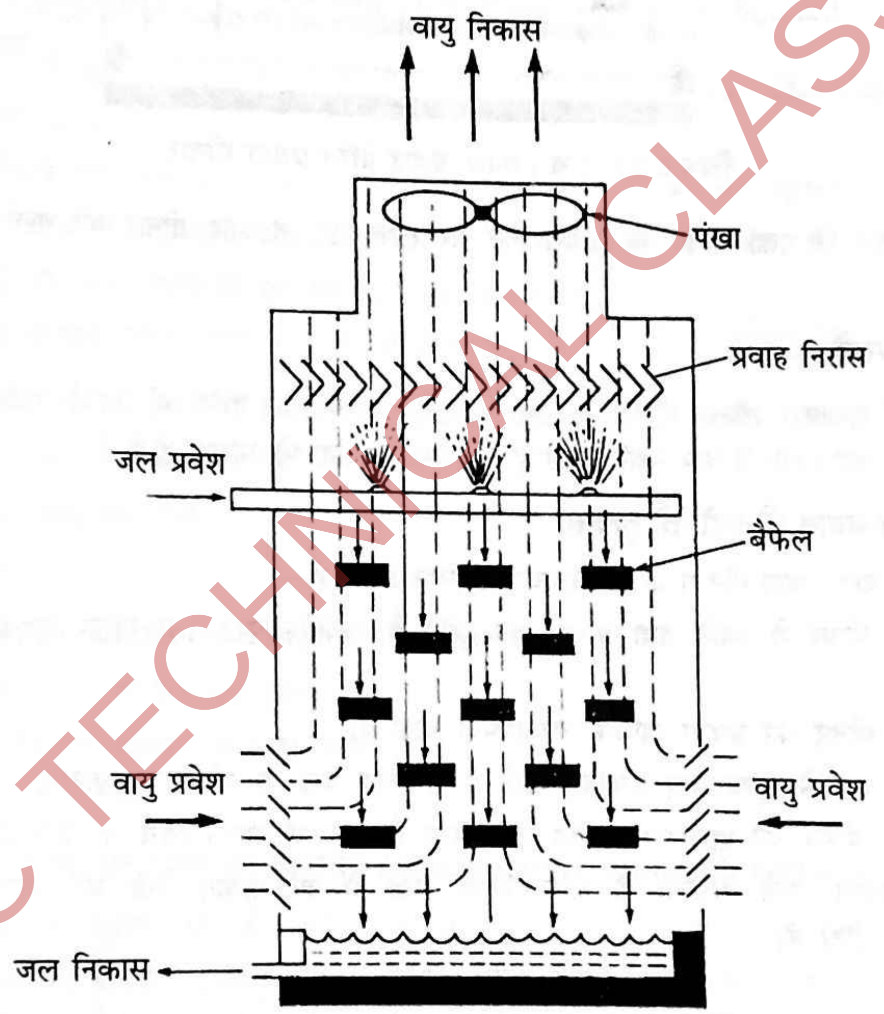


चित्र 6.21 : बल प्रवात मीनार

AKC TECHNICAL CLASSES

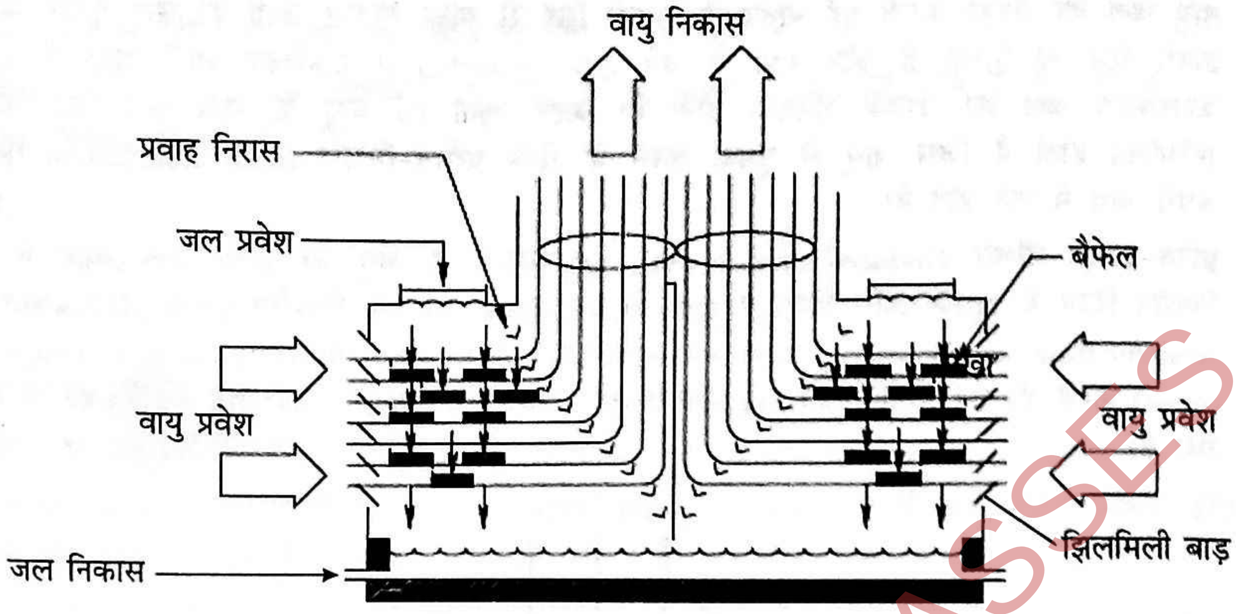
वायु जल को ठण्डा करती हुई मीनार के ऊपरी सिरे से बाहर निकल जाती है। जल फुहार मीनार के ऊपरी सिरे से गिरती है और मार्ग में बने ट्रफों (troughs) से टकराकर छोटी बूँदों में टूटती है फलस्वरूप जल का प्रभावी शीतलन होता है। बाहर जाती हुई वायु के साथ कुछ जल की मात्रा सम्मिलित होती है जिसे वायु से पृथक् करने के लिये **प्रवात-निरास** (draft eliminators) मीनार के ऊपरी भाग में लगे होते हैं।

(ब) **प्रेरित-प्रवात मीनार** (Induced draft tower)—इन मीनारों में वायु का प्रवेश जल प्रवाह के सापेक्ष विपरीत दिशा में अथवा क्रॉस दिशा में होता है। इस आधार पर इन्हें **विपरीत-प्रवाह प्रेरित प्रवात मीनार** (counter flow induced draft tower) तथा **क्रॉस-प्रवाह प्रेरित प्रवात मीनार** (cross flow induced draft tower) कहते हैं। इन दोनों प्रकार की मीनारों को क्रमशः चित्र 6.22 (अ) तथा 6.22 (ब) में दिखाया गया है।



चित्र 6.22 : (अ) विपरीत-प्रवाह प्रेरित प्रवात मीनार

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 6.23 : (ब) क्रास-प्रवाह प्रेरित प्रवात मीनार

प्रेरित प्रवात मीनारों में पंखा मीनार के ऊपरी सिरे पर लगा होता है और मीनार की तली पर वायु को अन्दर खींचता है।

विशेष यांत्रिक मीनारें

यांत्रिक मीनारों में वृत्ताकार शीतक मीनारों (found cooling towers) का प्रयोग भी काफी प्रचलित है। इनमें वायु के प्रवेश की दिशा निश्चित नहीं होती। ये कम स्थान घेरती हैं और इनकी दक्षता भी अधिक होती है।

प्रेरित-प्रवात तथा बल-प्रवात मीनारों की तुलना

प्रेरित-प्रवात तथा बल-प्रवात मीनारों के तुलनात्मक पद निम्न प्रकार हैं—

(i) बल-प्रवात मीनार में ध्वनि तथा कम्पन कम होते हैं, क्योंकि पंखे तथा मीनार सुदृढ़ नींव पर लगे होते हैं।

(ii) बल-प्रवात मीनार का प्रबन्ध अधिक सुरक्षात्मक होता है।

(iii) बल-प्रवात पंखे में शुष्क वायु प्रवाहित होती है, इसलिये पंखे के ब्लेडों का कटाव (erosion) नहीं होता।

(iv) प्रेरित-प्रवात मीनार की प्रारम्भिक लागत कम आती है तथा परिचालन व्यय भी कम होता है।

(v) एक ही दक्षता वाले संयन्त्रों में प्रेरित-प्रवात पंखे में बल-प्रवात पंखे की अपेक्षा कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

कूलिंग टावर का चयन करना (Selecting a Cooling Tower)

(1) क्षमता (Capacity)

(a) ऊष्मा को बिखेरना (Kcal/hour)

(b) परिचालित प्रवाह दर (m^3/hr)

(c) अन्य कारक

AKC TECHNICAL CLASSES

(2) रेंज (Range)

(a) प्रक्रिया द्वार निर्धारित सीमा

(b) गीले बल्व तापमान के करीब बड़े आकार के कूलिंग टावर

(c) अधिक महंगा

(3) ऊष्मा लोड (Heat Load)

(a) प्रक्रिया द्वारा निर्धारित

(b) आवश्यक शीतलन को वांछित ऑपरेटिंग तापमान द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

(c) अधिक ऊष्मा लोड—बड़े आकार तथा शीतलन टावर की लागत

(4) गीले बल्ब का तापमान (Wet bulb temperature-considerations)

(a) पानी को गीले बल्व तापमान की तुलना में अधिक ठण्डा करने के लिए ठंडा किया जाता है।

(b) टावर स्थल पर स्थितियां

(c) डिजाइन किये गये गीले बल्व तापमान से 5 प्रतिशत से अधिक नहीं होना चाहिए।

(d) क्या गीले बल्ब का तापमान अस्थायी परिवेश या इनलेट के रूप में निर्दिष्ट है?

(e) टावर बढ़े हुए गीले बल्ब के तापमान से निपट सकता है।

(f) ऊष्मा का आदान-प्रदान करने के लिए ठण्डा पानी।

(5) संबंध सीमा, प्रवाह तथा ऊष्मा भार (Relationship range, flow and heat load)

(a) सीमा वृद्धि के साथ बढ़ती है

(b) परिचालित जल की मात्रा

(c) ऊष्मा लोड

(6) रेंज बढ़ाने के कारण (Cause of Range Increase)

(a) इनलेट पानी का तापमान बढ़ जाता है।

(b) पानी का निकास तापमान कम हो जाता है।

(c) परिणाम—बड़े टावर।

(7) संबंध दृष्टिकोण तथा गीले बल्ब का तापमान (Relationship Approach and wet bulb temperature)

(a) यदि दृष्टिकोण समान रहता है (जैसे 4.45°C)

(b) गीले बल्व का तापमान अधिक है (26.67°C), ज्यादा ऊष्मा प्राप्त करेगा (15.5 Kcal/Kg air), छोटे टावर की जरूरत पड़ेगी।

(c) गीले बल्व का तापमान कम है (21.11°C), कम ऊष्मा प्राप्त करेगा (12.1 Kcal/Kg air), बड़े टावर की जरूरत पड़ेगी।

(8) फिल मीडिया (Fill media)

(a) फिल मीडिया पर गर्म पानी वाष्पीकरण के माध्यम से ठंडा हो जाता है, इससे बिजली की खपत पर फर्क पड़ता है।

(b) कुशलता से डिजाइन किया गया फिल मीडिया पंपिंग लागत को कम करता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(c) फिल मीडिया ऊष्मा के आदान-प्रदान को प्रभावित करता है जैसे कि सतह क्षेत्र, संपर्क की अवधि, बहने की दर।

(9) पंप तथा जल वितरण (Pump and Water Distribution)

(a) ठंडे पानी के उपचार से सांद्रता (COC) के चक्र में वृद्धि से पानी को कम करने में मदद मिलती है।

(b) अप्रत्यक्ष रूप में विद्युत उपयोग में बचत।

(c) बहाव खत्म करने वाले स्थापित करें।

(d) बहाव हानियों को 0.02 प्रतिशत से घटाकर केवल 0.003-0.001 प्रतिशत तक करें।

(10) पंखे तथा मोटर (Fan and Motor)

(a) पंखे के द्वारा दाब हानि तथा सिस्टम प्रतिरोध को कम किया जाता है, जिसका प्रभाव विद्युत खपत पर पड़ता है।

(b) पंखे की दक्षता ब्लेड प्रोफाइल पर निर्भर करती है।

(c) धातु के पंखे को FBR ब्लेड से बदलें (20-30% की बचत)।

(d) एरोडायनामिक प्रोफाइल के ब्लेडों का उपयोग करें (पंखे की दक्षता 85-92 प्रतिशत होगी)।

(11) नियंत्रण (Controls)

(a) VFD का उपयोग करने से दक्षता बढ़ जायेगी।

(b) RTC तथा लोड डिमांड के साथ PLC को सिंक्रोनाइज करने से क्षमता, लाइफ, रखरखाव, कीमत में कमी तथा ज्यादा ऊर्जा बचत में सुधार होगा। इससे दूर करने के लिए सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि प्रतिक्रियाशील की तुलना में सक्रिय होना बेहतर है।

कूलिंग टावरों में ऊर्जा की बचत के सुझाव

(1) समग्र शीतलन की जांच करें तथा विषयों की आधार रेखा स्थापित करने के लिए सिस्टम में किसी भी असामान्य आवाज को सुनें।

(2) हाथ से काम शुरू करने से पहले अपनी सुरक्षा तथा अन्य कमियों की सुरक्षा के लिए उचित नियमों का पालन करें तथा मोटर को बन्द कर दें।

(3) सिस्टम को संभावित दोष ग्रस्तसामग्री से मुक्त रखने के लिए छननी से मलबे को साफ करें।

(4) अधिक क्षमता बढ़ाने से बचने के लिए जल वितरण प्रणाली का निरीक्षण करें तथा भरने वाले हिस्से में सूखे भाग की जाँच करें, यदि सतह पूरी तरह से गीली नहीं है तो दरारें तथा अवरोध के लिए नलिकाओं को चेक करें।

(5) साफ जल प्राप्त करने तथा गंदगी को सिस्टम में इकट्ठा होने से बचाने के लिए टावर ड्रेन के माध्यम से ठंडे पानी के बेसिन से गंदगी तथा मलबे को हटाएँ/बेसिन स्वीपर पाइपिंग स्वचालित प्रणाली को भी साफ करने के लिए लगाएँ।

(6) पानी के संरक्षण तथा हवा के प्रवेश को कम करने के लिए यह सुनिश्चित करें कि पानी का लेवल एक लेवल तक होना चाहिए।

(7) पानी में ठोस पदार्थों को घुलने से बचाने के लिए स्थानीय जल गुणवत्ता तथा वाष्पीकरण-दर नियम के अनुसार पानी के निकलने की दर को समायोजित करें।

(8) बेल्ट-संचालित प्रणाली पर अच्छा प्रदर्शन सुनिश्चित करने के लिए, बेल्ट पर पड़ने वाले तनाव को तुरन्त दूर करें।

AKC TECHNICAL CLASSES

(9) गियर-चालित प्रणाली का निर्माता के अनुसार समय-समय पर अनुरक्षण करें।

(10) कम से कम हर तीन महीने में पंखे की शाफ्ट को लुब्रिकेट करें तथा मासिक रखरखाव को समाप्त करने के लिए स्वचालित बियरिंग ग्रिसर लगायें।

प्रश्नावली

1. फायर ट्यूब व जल ट्यूब बॉयलर का सिद्धान्त समझाओ।
2. बॉयलर में होने वाली विभिन्न प्रकार की ऊष्मा हानियों को समझाओ।
3. प्रत्यक्ष विधि द्वारा बॉयलर की दक्षता को कैसे मापेंगे?
4. Economizer तथा Preheater में अन्तर बताइये।
5. बॉयलर में ऊर्जा संरक्षण को समझाइये।
6. Stoichiometric दहन क्या है?
7. भट्टी में होने वाली मुख्य हानियों को समझाइये।
8. प्रत्यक्ष विधि द्वारा भट्टी की प्रदर्शन क्षमता की गणना करो।
9. भट्टी में वायु अधिक होने की हानियों को समझाइये।
10. भट्टी में अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति की विभिन्न विधियों को समझाइये।
11. भट्टी में ऊर्जा संरक्षण को समझाइये।
12. चित्र की सहायता से विभिन्न प्रकार के कूलिंग टावरों को समझाइये।
13. कूलिंग टावर में फिल मीडिया के कार्य को समझाइये।
14. कूलिंग टावर के प्रदर्शन को प्रभावित करने वाले कारकों को समझाइये।
15. कूलिंग टावर में ऊर्जा संरक्षण को समझाइये।
16. भट्टी को चालू करने में होने वाली ऊष्मा हानि को समझाइये।
17. आवधिक भट्टी व सतत् भट्टी से आप क्या समझते हैं?
18. वॉयलर तथा भट्टियों के मुख्य तथा कुशल उपयोग के लिए क्या करें तथा क्या न करें को लिखो।
19. स्टर्लिंग बॉयलर को चित्र सहित समझाइये।
20. वॉयलर चढ़नार को विस्तार से समझाइये।

AKC TECHNICAL CLASSES

7

ऊर्जा संरक्षण भवन कोड
(Energy Conservation Building Code-ECBC)

ऊर्जा संरक्षण भवन कोड (ECBC) बिजली मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा मई 2007 में भवन क्षेत्र में ऊर्जा दक्षता को बढ़ावा देने की दिशा में पहला कदम था।

ECBC को एक विशेषज्ञ समिति द्वारा विकसित किया गया था, जिसे भारत की ऊर्जा दक्षता ब्यूरो (BEE) ने यूनाइटेड स्टेट्स एजेंसी फॉर इंटरनेशनल डेवलपमेंट (USAID) के समर्थन और मार्गदर्शन तथा अन्य हितधारकों (stakeholders) जैसे कि आर्किटेक्ट, सलाहकार, शैक्षणिक संस्थान तथा अन्य सरकारी संगठन के द्वारा स्थापित किया था।

कोड के सफल कार्यान्वयन के लिए एक कार्यवाही प्रक्रिया का विकास (जैसे कि कार्यवाही फार्म या विकास के लिए क्षेत्र टेस्ट कार्यवाही फार्म), के अलावा राज्यों और शहरी और स्थानीय निकायों में आर्किटेक्ट्स, डिजाइनरों, बिल्डरों, ठेकेदारों और सरकारी अधिकारियों की क्षमता निर्माण की आवश्यकता होती है। यह उन सामग्रियों और उपकरणों की उपलब्धता पर भी निर्भर है जो ECBC में निर्दिष्ट प्रदर्शन विनिर्देशकों को पूरा या पार करते हैं।

B.E.E. USAIDECO-III की सहायता से ECBC के बारे में जानकारी तथा कार्यवाही करने के नियम व छोटे-छोटे प्रोजेक्टों के माध्यम से ECBC के नियम को बताना तथा ट्रेनिंग देना तक की कार्यवाही कर रहा है।

ECBC ने एक यूजर गाईड का विकास किया है, जिसके माध्यम से लोगों को ECBC कोड को लागू करने के बारे में जानकारी दी जा रही है। ECBC के द्वारा ऊर्जा सम्बन्धित चार बातों पर विशेष ध्यान दिया गया है—बिल्डिंग लिफाफा, लाइटिंग, डिजाइन तथा एचवीएसी।

ECBC निम्न के लिये डिजाइन मानदंड प्रदान करता है—

1. लिफाफे का निर्माण जिसमें दीवारों, छतों और खिड़कियों के लिए ऊष्मा मापन या ऊष्मा संपादन या ऊष्मा प्रदर्शन।
2. प्रकाश व्यवस्था जिसमें दिन का उजाला, लैम्प तथा ल्यूमिनेयर प्रदर्शन के लिए आवश्यकता।
3. HVAC तन्त्र जिसमें ऊष्मा प्रदर्शन चिलर तथा वायु वितरण प्रणाली के लिए।
4. विद्युत तन्त्र।
5. सौर ताप-जल प्रणालियों की आवश्यकताओं सहित जल तापन और पम्पिंग प्रणाली।

कोड अनुपालन के लिए तीन विकल्प प्रदान करता है—

1. प्रत्येक सबसिस्टम और सिस्टम के लिए प्रदर्शन आवश्यकताओं के अनुसार कार्यवाही करना।
2. प्रत्येक प्रणाली की प्रदर्शन आवश्यकताओं के अनुसार कार्यवाही लेकिन उप-प्रणालियों के बीच व्यापार बन्द के साथ।

AKC TECHNICAL CLASSES

3. बिल्डिंग स्तर के प्रदर्शन के अनुसार कार्यवाही करना।

ECBC के विकास के दौरान ऊर्जा मापन के माध्यम से किये गये विश्लेषण ने संकेत दिया है कि ECBC अनुरूप इमारतों का निर्माण भवनों में 40% से 60% कम ऊर्जा उपयोग होती है।

एक ऊर्जा कुशल भवन रखरखाव और उपयोगिता लागत को कम करता है, लेकिन कई मामलों में, स्थायित्व में सुधार करता है, शोर कम करता है, आराम बढ़ाता है और एक स्वस्थ और सुरक्षित आन्तरिक वातावरण बनाता है। ऊर्जा कुशल निर्माण का एक और लक्ष्य पारिस्थितिक तंत्र के नुकसान को सीमित करना और ऊर्जा, भूमि, पानी और कच्चे माल जैसे प्राकृतिक संसाधनों के उपयोग को कम करना है। ऊर्जा की खपत को कम करना महत्वपूर्ण है क्योंकि इसका मतलब है कि ग्रीनहाउस गैसों का कम उत्सर्जन, ग्लोबल वार्मिंग को ज्ञात करना है। ऊर्जा कुशल उपायों को नए निर्माण में एकीकृत किया जा सकता है या मौजूदा इमारत में वापस रखा जा सकता है। विज्ञान और इंजीनियरों की मदद से डिजाइनरों, वास्तुकारों, ठेकेदारों और भवन मालिकों को ऊर्जा कुशल और उच्च प्रदर्शन वाली इमारत बनाने की दिशा में मदद करने के लिए कई तरीके, सामग्री और संसाधन हैं।

नए निर्माण में ऊर्जा की कुशल तकनीकें

नए निर्माण से वास्तुकारों, ठेकेदारों और भवन मालिकों को ऊर्जा कुशल भवन और यहाँ तक कि एक शुद्ध-शून्य ऊर्जा परियोजना के डिजाइन और निर्माण का अवसर मिलता है। एक शुद्ध-शून्य ऊर्जा भवन ऊर्जा की मात्रा के बराबर या उससे कम खपत करता है, जोकि अक्षय संसाधनों के माध्यम से साइट पर उत्पन्न होती है। आधुनिक ऊर्जा कुशल संरचना के निर्माण के लिए एक साइट को चुनने और एक विस्तृत, समग्र डिजाइन योजना को लागू करने के साथ शुरू होते हैं।

एक ऊर्जा कुशल भवन की साइट का चयन

(1) सुनिश्चित करें कि सार्वजनिक परिवहन उपलब्ध है और स्थानीय खरीदारी पास में है। यात्रा के समय को सीमित करने और निजी परिवहन के उपयोग से वाहनों पर पहनने और आँसू कम होंगे और गैसों की वचत होगी।

(2) पैसे और संसाधनों को बचाने के लिए मौजूदा बुनियादी ढांचे के पास निर्माण करें।

एक ऊर्जा कुशल भवन की रूपरेखा

(3) नए निर्माण के लिए एक सम्पूर्ण-बिल्डिंग सिस्टम के दृष्टिकोण को लागू करना ऊर्जा कुशल भवन प्राप्त करने का सबसे प्रभावी तरीका हैं। संपूर्ण-भवन का दृष्टिकोण भवन को एक ऊर्जा प्रणाली के रूप में अलग, लेकिन निर्भर भागों के साथ व्यवहार करता है। प्रत्येक भाग पूरे सिस्टम (पूरे भवन) के प्रदर्शन को प्रभावित करता है।

(4) अभिकल्पना या योजना को पानी और बिजली और अन्य प्राकृतिक संसाधनों और ऊर्जा स्रोतों का कुशल उपयोग करना चाहिए।

(5) अवशेष और सामग्री को कम करने के लिए, इच्छित उपयोग के लिए सबसे छोटी इमारत को चुनें।

(6) अभिकल्पना को स्थिरता, ऊर्जा और पर्यावरण डिजाइन में नेतृत्व (LEED) मानकों, और अंतर्राष्ट्रीय हरित निर्माण कोड (IGCC) के लिए ऊर्जा योजना आवश्यकताओं को पूरा करने का प्रयास करना चाहिए।

(7) एक ऊर्जा कुशल इमारत की योजना को आसानी से इमारत के प्रदर्शन को प्रभावित किए बिना भविष्य में पुनः संयोजना के लिए अनुमति देना चाहिए।

(8) योजना को भवन निर्धारण पर ध्यान देना चाहिए। जिस तरह से एक संरचना एक साइट पर स्थित है और दक्षता के लिए खिड़कियां, छत और अन्य सुविधाओं का स्थान महत्वपूर्ण है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(9) एक ऊर्जा कुशल भवन का नमूना या रचना टिकाऊ होना चाहिए। एक स्थायी योजना का उद्देश्य भूमि, जल, ऊर्जा और कच्चे माल जैसे महत्वपूर्ण संसाधनों की कमी को कम करना है। सुविधाओं और बुनियादी ढांचे के सतत् डिजाइन भी पारिस्थितिकी तंत्र के विनाश को पूरा करता है।

(10) एक इमारत में ऊर्जा के उपयोग का अनुमान लगाने के लिए एक ऊर्जा मॉडलिंग सॉफ्टवेयर का उपयोग एक प्रभावी तरीका है। प्रतिरूप या नमूने का प्रक्षेपण (output) वास्तुकारों, ठेकेदारों और भवन मालिकों को निर्माण शुरू होने से पहले भवन के प्रदर्शन और लागत को संशोधित करने में मदद कर सकता है।

एक ऊर्जा कुशल भवन की दीवार की अभिकल्पना

(11) भवन के चारों ओर इन्सुलेशन (Cl) की एक सतत परत एक ऊर्जा कुशल इमारत के लिए आवश्यक है। निरंतर इन्सुलेशन संरचना के प्रभावी (R-value) को बढ़ाता है, संक्षेपण को समाप्त करता है, और भवन में रहने वालों के लिए एक आरामदायक स्थान बनाता है। हीटिंग, रेफ्रिजरेटिंग और एयर-कंडीशनिंग इंजीनियर्स (ASHRAE 90.1) की अमेरिकन सोसायटी और अंतर्राष्ट्रीय ऊर्जा संरक्षण कोड (2015 IECC) को भी अधिकांश अनुपयोगों में निरंतर इन्सुलेशन की आवश्यकता होती है।

(12) लकड़ी से निर्मित निर्माण के लिए, (2×4) कील के बजाय (2×6) स्टड का उपयोग करके आंतरिक और बाहरी दीवारों के बीच इन्सुलेशन के लिए अधिक स्थान प्रदान करें।

(13) लकड़ी से बने निर्माण के लिए, स्प्रे फोम इन्सुलेशन का उपयोग करें। स्प्रे फोम इन्सुलेशन एक वायु अवरोध प्रदान कर सकता है और आवरण जैसी कम महंगी इन्सुलेशन सामग्री से कहीं अधिक बेहतर इन्सुलेशन विधि है।

(14) क्योंकि कसकर मजबूत ऊर्जा कुशल, लकड़ी के फ्रेम की इमारतें दीवार गृहाओं में नमी संचय के लिए कमजोर होती है, भवन के बाहरी हिस्से को पानी प्रतिरोधी और सामग्री में लपेटा जाना चाहिए। एक इमारत की दीवारों में नमी गंभीर है, क्योंकि नमी से लकड़ी की सड़न (कवक के कारण) और महंगी मरम्मत हो सकती है। नमी भी फफूंदी के विकास का कारण हो सकती है, जो संरचना में रहने वालों के लिए अस्वास्थ्यकर है। यह आवश्यक है कि एक लकड़ी के फ्रेम का निर्माण नमी के प्रवेश, संचय और हटाने को नियंत्रित करता है।

(15) एक ऊर्जा कुशल लकड़ी की फ्रेम वाली इमारत उन्नत घर तैयार करने का उपयोग करती है, जिसे आदर्श मूल्य इंजीनियर के रूप में भी जाना जाता है। उन्नत/प्रगतिशील हाउस सदन मढाई लकड़ी के उपयोग और कचरे को कम करता है। लकड़ी से तैयार घर की ऊर्जा दक्षता में सुधार करता है।

(16) संरचनात्मक आवरण युक्त भाग (SIP) ऊर्जा लागत में 50 प्रतिशत तक बचा सकता है। (एसआईपी) प्लाईवुड, स्टैंड बोर्ड या सीमेन्ट पैनल के टुकड़ों के बीच रखे जाने वाले फोम इन्सुलेशन की परत से बने होते हैं।

(17) एक ऊर्जा कुशल कंक्रीट संरचना बनाने के लिए विस्तारित पालीस्टायर्न इन्सुलेशन (ईपीएस) या अन्य इन्सुलेट फोम से बने अभिन्न इन्सुलेशन के साथ कंक्रीट की दीवार प्रणाली का उपयोग करें। आवरण युक्त कंक्रीट रूपों और कंक्रीट ब्लॉक लगातार इन्सुलेशन की एक परत बनाते हैं, दीवार के माध्यम से ब्रिजिंग थर्मल को काफी हद तक समाप्त करते हैं। ब्यूटेक्स ब्लॉक बॉल सिस्टम एक आवरण युक्त ब्लॉक दीवार प्रणाली का एक उदाहरण है, जो (R-value)-14 के लगातार इन्सुलेशन को आर of मूल्य प्रदान करता है, 2015 (आई ई सी सी) सिफारिशों से अधिक है।

(18) कंक्रीट निर्माण के लिए, कंक्रीट की दीवार के बाहरी आवरण पर एक वायु और नमी अवरोधक लागू करें।

पूरी तरह से पालन किए गए झिल्ली और द्रव ने वायु और नमी अवरोधको लागू किया, जैसे कि ब्यूटेक्स एयर और नमी बैरियर कंक्रीट निर्माण के अच्छी तरह से काम करते हैं। एक इमारत की वायु सघनता का समग्र ऊर्जा दक्षता पर महत्वपूर्ण सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

AKG TECHNICAL CLASSES

नवीनीकरण और नए निर्माण में ऊर्जा कुशल तकनीक

एक प्रभावशाली ऊर्जा की छत एक ऊर्जा कुशल छत ठण्डी को सूरज की रोशनी को प्रतिबिंबित करने और एक मानक छत की तुलना में कम गर्मी को अवशोषित करने के लिए तैयार किया गया है। ठण्डी छत ऊर्जा के बिल को कम करती है, अन्दर आराम में सुधार करती है, और छत के सेवा जीवन का विस्तार कर सकती है। एक ठण्डी छत बनाने के लिए कई तकनीक हैं—

(19) ठण्डी छत के कोटिंग्स में विशेष परावर्तक रंगद्रव्य होते हैं या सूर्य के प्रकाश को प्रतिबिंबित करने के लिए सफेद होते हैं। हल्के रंग की छत ऊर्जा के 50% से कम को अवशोषित करती है, जो छत के तापमान को कम करती है। इसके विपरीत, अंधेरे छत 90% सौर ऊर्जा को अवशोषित करते हैं।

(20) एक ठण्डी छत का चयन छत की ढलान पर निर्भर है। कम ढलान वाली छतों के लिए 9.5° या उससे कम की पिच के साथ, एकल-प्लाई झिल्ली से जो हल्के रंग के हों और सूर्य की रोशनी को परावर्तित करते हों। सिंगल-प्लाई मेम्ब्रेन प्री-फैब्रिकेटेड शीट है जो छत पर लगी हुई है और मैकेनिकल फास्नरों से जुड़ी है, रासायनिक चिपकने के साथ बंधी हुई है, या गिट्टी (पत्थर, बजरी या पेवर्स) के साथ रखी गई है।

(21) रंगीन धातु की छतें और परावर्तन के लिए कम ढलान वाली ठंडी छत की आवश्यकताओं को पूरा करती है।

(22) खड़ी ढलान वाली ठण्डी छतों के लिए शिंगल चुनें। ठण्डी शिंगल की छतें लकड़ी, डामर, धातुओं या पॉलिमर से बने ओवरलैपिंग पैनल हैं। सौर चिंतनशील कणिकाओं जो शिंगल को कोट करते हैं, छत को ठण्डा रखते हैं।

(23) खड़ी ढलान वाली ठण्डी छत, कंक्रीट, मिट्टी या स्लेट से बनी टाइलें भी एक अच्छा विकल्प हैं। अधिकांश टाइलें स्वाभाविक रूप से प्रतिबिंबित होती हैं, हालांकि, उपचार टाइलों के लिए उपलब्ध है जो स्वाभाविक रूप से प्रतिबिंबित नहीं होते हैं।

(24) हरे रंग की छतें फ्लैट या उथले-गड्ढे वाली छतें शहरी इमारतों के लिए एकदम सही हैं। हरी छतों में बुनियादी पौधों के आवरण से लेकर काम करने वाले बगीचे तक कुछ भी शामिल हैं।

प्रभावशाली भवन की ऊर्जा कोच व्यवस्था

(25) अपने जलवायु क्षेत्र के लिए उपयुक्त ऊर्जा कुशल खिड़कियां खरीदें।

(26) तूफानी खिड़कियां स्थापित करने से एक वर्ष में $ 350 तक ऊर्जा के बिल कम हो सकते हैं।

(27) उत्तरी गोलार्ध में सूरज की रोशनी कम होने पर सर्दियों के महीनों में सौर गर्मी का लाभ उठाने के लिए दक्षिण के प्रमुख कांच क्षेत्रों का सामना करें।

(28) गर्म जलवायु के लिए, गर्मी के दौरान अत्यधिक गर्मी बचाने के लिए दक्षिण की ओर शीश की सीमा को सीमित करें और दक्षिण की ओर खिड़कियों के ऊपर छज्जा या अन्य छायांकन उपकरण स्थापित करें।

(29) दक्षिणी गोलार्ध में उत्तर की ओर खिड़कियां सबसे अच्छी हैं।

(30) कम-उत्सर्जन (low-e) खिड़की का शीशा और गर्मी के नुकसान और लाभ को नियंत्रित करने में मदद करता है। वास्तव में, कम्प्यूटर सिमुलेशन से संकेत मिलता है कि उन्नत विंडो ग्लेजिंग्स 40% से अधिक गर्म मौसम में नए घरों की अंतरिक्ष ठंडा करने की आवश्यकताओं में कमी आती है।

(31) ऊर्जा-कुशल रोशनदान चुनें जिन्होंने जलवायु द्वारा न्यूनतम स्टार प्रदर्शन रेटिंग मानदंड स्थापित किए हैं।

(32) नए बाहरी दरवाजे आमतौर पर फिट होते हैं और पुराने दरवाजों की तुलना में बेहतर होते हैं। एक नए दरवाजे का चयन करते समय स्थानीय जलवायु और इमारत के डिजाइन से जुड़ी ऊर्जा प्रदर्शन रेटिंग के अनुसार सबसे अधिक ऊर्जा-कुशल दरवाजा खरीदने पर विचार करें।

AKC TECHNICAL CLASSES

(33) यदि आप मौजूदा बाहरी दरवाजे को रखने वाली योजना बनाते हैं तो तूफान का दरवाजा एक अच्छा निवेश है।

(34) एक मौजूदा खिड़की की ऊर्जा दक्षता में सुधार के साथ जल रोधक और मौसम-अलग करना, और थर्मल खिड़की उपचार या आवरण का उपयोग करना।

एक ऊर्जा कुशल भवन में वायु संचार

ऊर्जा-कुशल घर के लिए उचित वायु सचार आवश्यक है क्योंकि वायु सीलिंग तकनीक प्रदूषकों जैसे (फॉर्मेल्डिहाइड, वाष्पशील कार्बनिक यौगिक और रेडॉन) को फँसा सकती है।

वायु संचार नियंत्रित करने में मदद करता है जिससे फफूंदी की वृद्धि और संरचनात्मक क्षति हो सकती है।

(35) एक ऊर्जा कुशल भवन में एक वायु संचार सिस्टम शामिल होना चाहिए। एनर्जी रिकवरी वायु संचार नियंत्रित प्रदान करता है। और ताजा आने वाली हवा के लिए बाहर जाने वाली हवा की ऊर्जा को स्थानांतरित करके ऊर्जा हानि को कम करता है।

(36) घुमावदार वायु संचार बनाने के लिए रसोई के ऊपर और बाथरूम में स्थानीय निकास पंखे स्थापित करें। घुमावदार वायुसंचार अन्दर प्रदूषण और नमी को हटा कर प्राकृतिक और पूरे घर के वायु संचार की प्रभावशीलता में सुधार करता है।

(37) जबकि प्राकृतिक वायु सुचार ठण्डी इमारतों के लिए कम से कम महंगा और सबसे अधिक ऊर्जा-कुशल तरीका है, यह घुमावदार वायु संचार छत के पंखे और खिड़की के प्रशंसकों के साथ संयुक्त होने पर सबसे अच्छा काम करता है।

वड़े घरों और इमारतों के लिए पूरे भवन पंखे एक सार्थक निवेश है।

एक ऊर्जा कुशल भवन की ताप और शीतलन प्रणाली

घरों और वाणिज्यिक भवनों में ऊर्जा के सबसे बड़े खर्च के लिए शीतलन तापक और जल तापक प्रणाली होती है। एक इमारत के हीटिंग और शीतलन प्रणाली में ऊर्जा कुशल उपायों को शामिल करना एक ऊर्जा कुशल संरचना बनाने के लिए आवश्यक है।

(38) एक उच्च ऊर्जा कुशल हीटिंग, वायु संचार, और वायु वातानुकूलक HVAC प्रणाली चुनें। उदाहरण के लिए सबसे कुशल HVAC प्रणाली 95 प्रतिशत कुशल है, मतलब उत्पादित ऊर्जा का 5 प्रतिशत निष्कासित कर दिया जाता है। हर दस साल में HVAC को बदलने पर विचार करें।

(39) ऊर्जा कुशल भवन के लिए नए HVAC की उचित स्थापना आवश्यक है। HVAC सिस्टम को बेहतर से स्थापित करने से सिस्टम की कार्यक्षमता 30 प्रतिशत तक कम हो सकती है।

(40) सुनिश्चित करें कि वायुमार्ग के मोर्चे फर्नीचर और कागज जैसे अवरोधों से स्पष्ट हों। हवा को वितरित करने के लिए अवरुद्ध वायुमार्ग को 25 प्रतिशत अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

(41) समय-समय पर प्रबंधन के लिए एक प्रोग्राम योग्य थर्मोस्टेट स्थापित करें जहाँ तापक और शीतलक को नीचे और ऊपर किया जा सकता है।

(42) उपकरण निर्माता द्वारा निर्धारित HVAC प्रणाली के एयर फिल्टर को बदलें। गंदे फिल्टर हवा के प्रवाह को धीमा कर देते हैं और एक इमारत को ठण्डा रखने के लिए सिस्टम को कठिन बनाते हैं। इसके अलावा एक साफ फिल्टर धूल और गंदगी को सिस्टम में निर्माण करने से रोकता है। एक HVAC में धूल और गंदगी महंगी रखरखाव और प्रारंभिक प्रणाली विफलता का कारण बन सकती है।

(43) इसकी उच्च दक्षता, दीर्घायु और भवन के आराम स्तर को सुनिश्चित करने के लिए HVAC को सालाना बनाए रखें।

AKTECHNICAL CLASSES

(44) एचवीसी प्रणाली से हवा को स्थानांतरित करने वाली नलिकाओं को बन्द करने वाली ऊर्जा कुशल इमारत को बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण है। अटारी, क्रॉलस्पेस, बिना गरम तहखाने या गैराज के माध्यम से चलने वाली नलिकाओ को बन्द करने के लिए विशेष महत्व है। सीलेंट (मैस्टिक) या धातु समर्थित (पन्नी) टेप के साथ नलिकाओं के सीम और कनेक्शन करें, फिर इन्सुलेशन में नलिकाओं को लपेटें। इन्सुलेशन सर्दियों में सर्दी और गर्मियों में गर्म होने से नलिकाओं को बचाए रखेगा।

उच्च क्षमता वाले जल तापक

क्योंकि पानी के व्यावसायिक उपयोग के लिए लगभग 7% और घरेलू ऊर्जा के उपयोग के 15 प्रतिशत हिस्से के लिए पानी का तापन आवश्यक है। पानी की तापक प्रक्रिया का चयन करने के लिए, उच्च दक्षता वाली इमारत के लिए आवश्यक है।

(45) टैंक रहित जल तापक जरूरत पड़ने पर पानी को गर्म करता है, जिससे आपातोपयोगी कार्य किये जाने वाली ऊर्जा समाप्त हो जाती है।

(46) एक उच्च दक्षता भंडारण (टैंक) जल तापक स्थापित करें। उच्च दक्षता वाले पानी के तापक मानक मॉडल की तुलना में 10 से 50 प्रतिशत कम ऊर्जा का उपयोग करते हैं, उपयोगिता बिलों पर ऊर्जा और धन की बचत करते हैं।

(47) एक उच्च दक्षता वाला हीट पंप जल तापन संग्राहक टैंक के आसपास की हवा से पानी में ऊर्जा स्थानांतरित करता है। उच्च दक्षता वाले हीट पंप जल तापन लम्बे समय तक ठंडे मौसम के साथ गर्म जलवायु में सबसे प्रभावी होते हैं।

(48) एक उच्च दक्षता वाले सौर जल तापन ऑपरेटिंग लागत को 90 प्रतिशत तक कम कर सकते हैं।

एक ऊर्जा कुशल भवन के लिए अक्षय ऊर्जा स्त्रोत

(49) अक्षय ऊर्जा की लागत प्रभावी रूप के लिए ग्रिड-बंधे सौर फोटोवोल्टिक (पीवी) पैनल स्थापित करें। सौर फोटोवोल्टिक प्रकाश, हीटिंग और शीतलन प्रणाली, उपकरणों और गर्म पानी सहित एक इमारत की सभी ऊर्जा जरूरतों को पूरा कर सकते हैं।

(50) अपने ऊर्जा देने वाले या (ऑफ-ग्रिड) के माध्यम से इलेक्ट्रिक ग्रिड से जुड़ी एक छोटी वायु प्रणाली स्थापित करें। एक छोटी पवन विद्युत प्रणाली 50 से 90 प्रतिशत तक बिजली के बिल कम कर सकती है। विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोग पानी पंप सहित एक छोटी पवन प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं।

(51) एक छोटी मिश्रित इलेक्ट्रिक प्रणाली घर की हवा इलेक्ट्रिक और घर सौर इलेक्ट्रिक (फोटोवोल्टिक या पीवी) प्रौद्योगिकियों को जोड़ती है। एक मिश्रित प्रणाली उन क्षेत्रों में सबसे अच्छी है जहाँ दिन और वर्ष के अलग-अलग समय पर हवा और सौर प्रणाली के लिए अधिकतम समय होता है।

(52) बहते पानी के साथ गुणों पर छोटा जल विद्युत अक्षय ऊर्जा का एक सरल और सुसंगत रूप है। एक सूक्ष्म निर्जलीकरण प्रणाली के लिए टरबाइन, पानी के पहिये और पंप की आवश्यकता होती है, ताकि बहते पानी की ऊर्जा को घूर्णी ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सके, और फिर बिजली में।

ऊर्जा कुशल प्रकाश

(53) प्रकाश उत्सर्जक डायोड (एलईडी) प्रकाश बल्ब पर स्विच करें। एलईडी बल्ब ऊर्जा कुशल, टिकाऊ और लंबे समय तक चलने वाले होते हैं।

(54) उपयोग में नहीं होने पर प्रकाश बंद करने वाले टाइमर और फोटोकल्स जैसे नियंत्रण स्थापित करें। डिमर्स, जब हल्के स्तर को कम करने के लिए उपयोग किया जाता है तो पैसा और ऊर्जा भी बचाते हैं।

(55) जहाँ उपयुक्त हो वहाँ टास्क प्रकाश का उपयोग करें। एक टास्क लाइट एक सामान्य ओवरहेड लाइटिंग की तुलना में कम ऊर्जा की खपत करता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा प्रभावी उपकरण

(56) ऊर्जा स्टार रेफ्रिजरेटर का चयन करें क्योंकि वे गैर-योग्य मॉडल की तुलना में 15 प्रतिशत कम ऊर्जा का उपयोग करते हैं। इसके अलावा फ्रेम में लगे हुए फ्रीजर वाले रेफ्रिजरेटर निम्न फ्रेम में लगे हुए इकाइयों की तुलना में 10-25 प्रतिशत कम ऊर्जा का उपयोग करते हैं।

(57) ऊर्जा स्टार डिशवॉशर का चयन करें। ऊर्जा स्टार डिशवॉशर संघीय मानकों द्वारा आवश्यक से कम पानी और ऊर्जा का उपयोग करते हैं। डिशवॉशर को वर्तमान में प्रति चक्र या उससे कम 4.25 गैलन पानी का उपयोग करना आवश्यक है।

(58) ऐसे व्यावसायिक संवहन ओवन का चयन करें जिन्होंने ऊर्जा स्टार रेटिंग अर्जित की है। ऊर्जा स्टार वाणिज्यिक ओवन मानक मॉडल की तुलना में लगभग 20 प्रतिशत अधिक ऊर्जा कुशल है।

(59) प्राकृतिक गैस ओवन की लौ के रंग का निरीक्षण करें। एक पीले रंग की लौ इंगित करती है कि गैस कुशलता से नहीं जल रही है और एक समायोजन की आवश्यकता है।

(60) एक प्राकृतिक गैस ओवन या रेंज पर एक स्वचालित इलेक्ट्रिक इग्निशन सिस्टम गैस को बचा सकता है क्योंकि प्रायोगिक प्रकाश लगातार जल नहीं रहा है।

(61) ऊर्जा स्टार रेंज टॉप बर्नर और रिफ्लेक्टर को साफ रखें, ताकि वे गर्मी को बेहतर ढंग से प्रतिबिंबित करें। ऊर्जा की बचत करें।

(62) ऐसे कपड़े के वॉशर और ड्रायर का चयन करें, जिन्होंने ऊर्जा स्टार रेटिंग अर्जित की है।

ऊर्जा कुशल इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्प्यूटर और कार्यालय के उपकरण

(63) चाहे कार्यालय भवन में काम करना हो या घर में, ऊर्जा कुशल इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्प्यूटर और कार्यालय के उपकरण का उपयोग करना भवन मालिकों ऊर्जा और धन बचा सकता है।

(64) ऊर्जा स्टार-लेबल वाले कार्यालय उपकरण खरीदें, जो मानक कार्यालय उपकरण की सीधी बिजली बचा सकते हैं।

(65) लैपटॉप कम्प्यूटर का उपयोग करें क्योंकि लैपटॉप, डेस्कटॉप कम्प्यूटर की तुलना में बहुत कम ऊर्जा का उपयोग करते हैं।

(66) कम्प्यूटर पर स्लीप मोड और पॉवर मैनेजमेंट फीचर्स का उपयोग करें।

(67) इलेक्ट्रॉनिक्स का उपयोग न करते पर अनप्लग करें, क्योंकि कई इलेक्ट्रॉनिक स्विच ऑफ होने पर भी थोड़ी मात्रा में बिजली खींचते रहते हैं। ऊर्जा पर ये छोटे ड्रा बिजली का उपयोग करने वाले अधिकांश उपकरणों पर हो सकते हैं—डीवीडी प्लेयर, टीवी, स्टीरियो, कम्प्यूटर, बैटरी चार्जर और रसोई के उपकरण।

(68) ऊर्जा विभाग (डीओई) ऊर्जा और धन बचाने के लिए कम्प्यूटर, मॉनिटर, प्रिंटर आदि को बंद करने के लिए निम्नलिखित दिशानिर्देशों की सिफारिश करता है—

20 मिनट से अधिक समय तक कम्प्यूटर का उपयोग नहीं करने पर मॉनिटर बंद करें।

भवन बनाने के अधिक ऊर्जा कुशल तरीके

(69) समग्र भवन डिजाइन में ऊर्जा कुशल भूनिर्माण को शामिल करना। उदाहरण के लिए, छायादार भूनिर्माण गर्मियों के दौरान एक इमारत को सीधे धूप से बचाता है और सर्दियों के दौरान अधिक धूप को खिड़कियों के माध्यम से पहुंचने देता है। इसके अतिरिक्त, एक इमारत के दक्षिणी और पश्चिमी तरफ पेड़ लगाने से इमारत को ठंडा रखा जा सकता है, क्योंकि यह सर्दियों के दौरान इमारत पर सीधे गिरने से सूरज की रोशनी को रोकता है। इसके बाद, जब पेड़ अपनी पत्तियों को खो देते हैं तो पेड़ इमारत तक अधिक धूप पहुँचने की अनुमति देते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

(70) अधिभोग सेंसर, CO_2 सेंसर और अन्य वायु गुणवत्ता अलार्म के साथ सिस्टम नियंत्रण रणनीतियों का अनुकूलन करें।

(71) न केवल सजावट के लिए बल्कि ऊर्जा की बचत के लिए भी विंडो उपचार या कवरिंग चुनें। उदाहरण के लिए, ट्रिपल लेयर सेलुलर शेड्स आपके उपयोगिता बिल को काफी कम कर सकते हैं और भवन के इंटीरियर को अधिक आरामदायक बना सकते हैं।

निष्कर्ष

हालांकि भवन निर्माण ऊर्जा को प्रभावी बनाने की अग्रिम लागत अधिक लग सकती है। भवन मालिकों ने जल्द ही कम उपयोगिता और रखरखाव खर्चों के माध्यम से अतिरिक्त लागत को पुन: प्राप्त कर लिया है। इसके अलावा, एक इमारत में ऊर्जा कुशल सुविधाओं को शामिल करना इसे और अधिक मूल्यवान बनाता है। वास्तव में, मैकग्रा-हिल कंस्ट्रक्शन सर्वे ने बताया कि नए गैर-ग्रीन बिल्डिंग प्रोजेक्ट्स की तुलना में नए ग्रीन भवन के मान 7 प्रतिशत अधिक थे। गैर-ग्रीन रेट्रोफिट इमारतों की तुलना में ग्रीन रेट्रोफिट बिल्डिंग वैल्यू 5 प्रतिशत अधिक थी। आज की ऊर्जा कुशल प्रौद्योगिकी व्यापक है और इसे नए निर्माण और रीमॉडेल परियोजनाओं के सभी आकारों और मूल्य श्रेणियों में शामिल किया जा सकता है।

आवासीय और व्यावसायिक क्षेत्रों में ऊर्जा संरक्षण के उपाय
(Energy Conservation in Residential and Commercial Areas)

ऊर्जा का उपयोग प्रदीपन, तापन, शीतलन, खाना पकाने, कपड़े धोने और मनोरंजन आदि क्षेत्रों में होता है। ऊर्जा बचत के अवसरों का उपयोग कर ऊर्जा का संरक्षण किया जा सकता है। लघु और सस्ते उपायों को तुरंत क्रियान्वित करना चाहिए। ऊर्जा संरक्षण के उपाय निम्नलिखित हैं—

(i) दिन में सूर्य के प्रकाश का अधिकतम उपयोग करना चाहिए। भोजन अवकाश एवं कक्ष से बाहर जाते समय जरूरी पंखे, लाइटें, ए०सी० आदि उपकरणों को बन्द करना चाहिए।

(ii) भवनों के निर्माण के दौरान प्लॉट के चारों तरफ उपलब्ध भाग को पेड़ों और लताओं से आच्छादित (cover) करना चाहिए, जिससे भवन गर्म होने से बच सके।

(ii) साधारण 100 वाट के बल्ब के स्थान पर कॉम्पेक्ट फ्लोरसेंट लैम्प (CFL) का प्रयोग कर 75 से 80% तक ऊर्जा की बचत की जा सकती है। सी०एफ०एल० साधारण बल्ब की तुलना में लगभग आठ गुना अधिक चलती है।

(iv) कमरे की दीवार की भीतरी सतह पर हल्के रंगों का प्रयोग करना चाहिए। ऐसा करने से कम वाट के प्रकाश उपकरणों से कमरे को उपयुक्त रूप से प्रकाशमान किया जा सकता है।

(v) घरों में पानी की टंकियों में पानी पहुँचाने के लिए टाइमर का उपयोग करके पानी के व्यर्थ व्यय को रोककर विद्युत् ऊर्जा की बचत की जा सकती है।

(vi) ISI चिन्हित विद्युत् उपकरणों और साधनों का इस्तेमाल करना चाहिए। अच्छी गुणवत्ता तथा ऊर्जा दक्ष उपकरणों को ही इस्तेमाल करना चाहिए।

(vii) बल्ब व ट्यूबलाइट पर जमी धूल को नियमित रूप से साफ करते रहना चाहिए। पंखों के ब्लेड नियमित रूप से साफ करते रहना चाहिए और समय पर ग्रीसिंग तथा ऑयलिंग करना चाहिए। पुराने किस्म के रेगुलेटर के स्थान पर नये किस्म के इलेक्ट्रॉनिक रेगुलेटर का उपयोग करना चाहिए।

(viii) आवासीय परिसरों की सड़क बत्तियों के लिए फोटो-विद्युतीय नियंत्रण स्विच का उपयोग करना चाहिए। खाना बनाने हेतु बिजली के स्थान पर सोलर कुकर व पानी गर्म करने हेतु गीजर के स्थान पर सोलर वॉटर हीटर का उपयोग कर बहुमूल्य विद्युत् ऊर्जा का संरक्षण-राष्ट्र-हित में भागीदार बनना चाहिए। यदि

AKC TECHNICAL CLASSES

गीजर का उपयोग करते हैं, तो इसे न्यूनतम समय तक उपयोग करना चाहिए। इसके लिए थर्मोस्टेट एवं टाइमर के तापमान की सेटिंग का विशेष ध्यान रखा जाना चाहिए।

(ix) फ्रिज का दरवाजा बार-बार खोलने व बंद करने से बिजली की खपत बढ़ती है। इसे बाहरी दीवार से सटाकर नहीं रखना चाहिए। इसके फ्रीजर को हमेशा वस्तुओं से भरा हुआ रखना चाहिए। इस प्रकार फ्रिज दक्षतापूर्ण काम करता है जिससे बिजली की बचत होती है। प्रत्येक घर में वार्षिक विद्युत् खपत का 25% फ्रिज द्वारा खर्च होता है। फ्रिज के पीछे की तरफ लगी कूलिंग कॉइल पर जमी धूल के कारण इसकी क्षमता घट जाती है, जिससे मोटर को बहुत अधिक कार्य करना पड़ता है, जिससे विद्युत् व्यय बढ़ जाता है।

(x) टी०वी०, म्यूजिक सिस्टम, कम्प्यूटर और टेपरिकॉर्डर आदि को स्टैण्ड बाई मोड में नहीं रखना चाहिए। एक टी०वी० को स्टैण्ड बाई मोड में रखने पर एक वर्ष में 70 यूनिट बिजली खर्च होती है।

(xi) वॉशिंग मशीन में वार्षिक खपत का 20% भाग। खर्च होता है। इसमें धुलाई के लिए गर्म पानी का तापमान नियंत्रित कर विद्युत् ऊर्जा की बचत की जा सकती है। इसे हमेशा पूर्ण भार पर ही चलायें, इस प्रकार पानी और विद्युत् की बचत होती है।

(xii) घरों के वातानुकूलन हेतु ए०सी० को सीधे धूप में नहीं रखना चाहिए। इसके लिए एक शेड बनाकर 6% तक विद्युत् ऊर्जा की बचत की जा सकती है।

(xiii) खाना बनाते समय ऊर्जा दक्ष क्षमता वाले चूल्हों का प्रयोग करना चाहिए। खाना बनाते समय बर्तन को ढककर रखना चाहिए। इससे खाना बनाते समय ऊर्जा की बचत होती है। खाना बनाने से पहले अनाज को भिगोकर रखना चाहिए। ऐसा करने से ऊर्जा की बचत की जा सकती है।

(xiv) घरों एवं व्यावसायिक स्थानों की गैलरी, लॉबी, बालकनी और बाथरूम में डिम लाइट अर्थात् कम से कम 5 यूनिट की सी०एफ०एल० का उपयोग करना चाहिए।

(xv) दिन में कृत्रिम लाइट की आवश्यकता नहीं होती इसलिए खिड़कियों और दरवाजों पर लगे पर्दे दिन में हटायें ताकि प्राकृतिक प्रकाश प्राप्त हो सके। लिफ्ट का प्रयोग कम करना चाहिए। बच्चों को लिफ्ट के साथ नहीं खेलने देना चाहिए।

(xvi) मेज पर पढ़ने के लिए टेबल लैम्प का प्रयोग करना चाहिए ताकि सम्पूर्ण कमरे में बत्ती जलाए बिना अपनी गतिविधियों को जारी रखा जा सके। यदि संभव हो तो कमरे के किसी कोने में लैम्प रखना चाहिए, जहाँ से एक साथ सभी दीवारों पर प्रकाश परावर्तित हो सके।

प्रश्नावली

1. ऊर्जा संरक्षण भवन कोड (ECBC) को समझाइये।
2. ऊर्जा संरक्षण भवन कोड की मुख्य विशेषताओं को लिखिये।
3. आवासीय और व्यावसायिक क्षेत्रों में ऊर्जा संरक्षण के विभिन्न उपायों को विस्तार से समझाइए।
4. नवीनीकरण और नए निर्माण से ऊर्जा कुशल तकनीक को समझाइए।
5. एक ऊर्जा कुशल भवन की ताप और शीतलन प्रणाली को समझाइए।
6. एक ऊर्जा कुशल भवन के लिए अक्षय ऊर्जा स्रोत को समझाइए।
7. एक ऊर्जा कुशल भवन के लिए ऊर्जा प्रभावी उपकरणों को समझाइये।
8. एक ऊर्जा कुशल भवन के लिए ऊर्जा कुशल प्रकाश को समझाइये।
9. एक ऊर्जा कुशल भवन की रूपरेखा को समझाइये।
10. एक ऊर्जा कुशल भवन के लिए कुशल इलेक्ट्रॉनिक्स, कम्प्यूटर तथा कार्यालय के उपकरणों को समझाओ।

❑

AKC TECHNICAL CLASSES

8

अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति तथा सह-उत्पादन
(Waste Heat Recovery and Co-Generation)

परिचय

अपशिष्ट ऊष्मा वह ऊष्मा है जो कि ईंधन के जलने की क्रिया और रासायनिक प्रतिक्रिया (chemical reaction) से उत्पन्न होती है, जो कि वातावरण में एकत्रित हो जाती है जिसका भविष्य में कोई उपयोग नहीं होता, यद्यपि व्यवसायिक और आर्थिक दृष्टि से इसे पुन: उपयोग कर सकते हैं।

बॉयलर, ईंट पकाने की बड़ी भट्टी, ओवन तथा चिमनी से गर्म धुआँ अत्यधिक मात्रा में निकलता है। ऊर्जा की पुन: प्राप्ति बहुत अधिक तेजी से निकलने वाले धुएँ से हो सकती है। जब भाप उच्च तापमान पर द्रवित होती है, तब निम्न दाब उत्पन्न होता है। जिसका उपयोग निम्न दाब तापन में होता है। इस प्रक्रिया में अत्यधिक तेजी से भाप उत्पन्न होती है। भाप का द्रवीकरण (condensation) पुन: प्राप्ति अपशिष्ट ऊष्मा प्राप्ति का उदाहरण है। यह द्रव ऊष्मा की मात्रा और शुद्धता के कारण कीमती होता है। द्रव की मात्रा का पुन: प्राप्त होने का मतलब आगे की प्रक्रिया में किसी भी प्रकार का खर्च न होना है।

अपशिष्ट ऊष्मा की पुन: प्राप्ति प्रणाली में उच्च तापमान वाली चिमनी से निकली गैसों का पुन: उपयोग पूर्वतापन (preheating) प्रक्रिया में होता है। निम्न तापमान वाली चिमनी गैसों का पुन: उपयोग भेजे गये पानी को गर्म करने और भाप का तापमान बढ़ाने में होता है। 1% ईंधन में कमी को प्राप्त करने के लिए चिमनी के धुएँ का तापमान 22°C कम कर पुन: ऊर्जा की प्राप्ति हो सकती है। ऊष्मा हानियों की गणना गुण और मात्रा की दृष्टि से होती है। ऊष्मा पुन: प्राप्ति की गणना निम्नलिखित प्रकार से करते हैं—

$$Q = V \times \rho \times C_P \times \Delta t$$

जहाँ Q ऊष्मा की मात्रा kcal में, ρ (rho) चिमनी से निकलने वाले धुएँ का घनत्व kg/m³, C_P किसी वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा kcal/kg°C में और Δt तापमान अन्तर °C में होता है।

उदाहरण—एक ऊष्मा उपचार भट्टी से 900°C तापमान पर तथा 2100 m³/hour की दर से exhaust गैसें बाहर निकल रही हैं। ज्ञात कीजिए—180°C पर निकलने वाली exhaust गैसों से कितनी ऊष्मा प्राप्त की जा सकती है।

हम जानते हैं $$Q = V \times \rho \times C_P \times \Delta T$$

$$V = 2100 \text{ m}^3/\text{hour}$$

$$\rho = 1{\cdot}19$$

$$C_P = 0{\cdot}24 \text{ kcal/kg/°C}$$

$$\Delta T = (900 - 180) = 720° \text{ C}$$

ऊष्मा उत्पन्न $$(Q) = 2100 \times 1{\cdot}19 \times 0{\cdot}24 \times (900 - 180)$$

AKC TECHNICAL CLASSES

= 431827 kcal/hr

एक रिक्यूपरेटर का संस्थापन (Installation) करके इस ऊष्मा को प्राप्त किया जा सकता है तथा इसके द्वारा दहन वायु को पहले से गर्म किया जा सकता है। इस प्रक्रम में 33% ईंधन की बचत होगी (प्रत्येक 22°C के तापान्तर पर 1% ईंधन की कम खपत होगी फ्लू गैसों के तापमान में)।

वर्गीकरण तथा उपयोग (Classification and Application)

इनको तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है—

(1) अधिक तापमान पर ऊष्मा पुनः प्राप्ति (High Temperature Heat Recovery)

नीचे दी गई तालिका में उपयोग में न आने वाली गैसों के तापमान दिये गये हैं, जो कि उद्योगों में विभिन्न उपयन्त्रों पर किये गये प्रक्रम के द्वारा अधिक तापमान सीमा में उत्पन्न होती हैं। ये सभी परिणाम ईंधन को सीधे जलाने के कारण हैं।

Typical waste heat Temperature at high Temperature range from various sources

Types of Device	Temperature °C
Nickel refining furnace	1370-1650
Aluminium refining furnace	650-760
Zinc refining furnace	760-1100
Copper refining furnace	760-815
Steel heating furnace	925-1050
Copper reverberatory furnace	900-1100
Open hearth furnace	650-700
Cement kiln (Dry process)	620-730
Glass melting furnace	1000-1550
Hydrogen plants	650-1000
Solid waste incinerators	650-1000
Fume incinerators	650-1450

मध्यम तापमान पर ऊष्मा पुनः प्राप्ति (Medium Temperature Heat Recovery)

नीचे दी गई तालिका में उपयोग में न आने वाली गैसों के तापमान दिये गये हैं, जो कि उद्योगों में विभिन्न उपयन्त्रों पर किये गये प्रक्रम के द्वारा मध्यम तापमान सीमा में उत्पन्न होती हैं। इनमें से ज्यादातर उपयोग में न आने वाली ऊष्मा ईंधन को सीधे जलाने के कारण है।

AKC TECHNICAL CLASSES

Typical waste heat temperature at medium temperature range from various sources

Types of Device	Temperature °C
Steam boiler exhausts	230-480
Gas turbine exhausts	370-540
Reciprocating engine extracts	315-600
Reciprocating engine exhausts (turbo charged)	230-370
Heat treating furnaces	425-650
Drying and baking ovens	230-600
Catalytic crackers	425-650
Annealing furnace cooling systems	425-650

कम तापमान पर ऊष्मा पुनः प्राप्ति (Low Temperature Heat Recovery)

नीचे दी गई तालिका में निम्न तापमान सीमा में कुछ ऊष्मा स्रोतों को सूचीबद्ध करती हैं। इस सीमा में आमतौर पर स्रोत से काम निकालने के लिए व्यावहारिक नहीं हैं, यद्यपि भाप का उत्पादन पूरी तरह से नहीं छोड़ा जा सकता है यदि कम दाब वाली भाप को जरूरत है। कम तापमान पर खराब ऊष्मा भी उपयोगी हो सकती है जैसे कि पूर्व तापन कार्य के लिये—

Typical waste heat temperature at low temperature range from various sources

Source	Temperature °C
Process steam condensate	55-88
Cooling water from furnace doors	32-55
Bearings	32-88
Welding machines	32-88
Injection molding machines	32-88
Annealing furnaces	66-230
Forming dies	27-88
Air compressors	27-50
Pumps	27-88
Internal combustion engines	66-120
Air conditioning and refrigeration condensors	32-43
Liquid still condensers	32-88
Drying boiling and curing ovens	93-230
Hot processed liquids	32-232
Hot processed solids	43-232

AKC TECHNICAL CLASSES

Waste Source and Quality

S.No.	Source	Quality
1.	Heat in flue gases	The higher the temperature the greater the potential value for heat recovery.
2.	Heat in vapour streams	As above but when condensed, latent heat also recoverable.
3.	Convective and radiant heat lost from exterior of equipment	Low grade- if collected may be used for space heating or air preheat.
4.	Heat losses in cooling water	Low grade – useful gains if heat is exchanged with incoming fresh water.
5.	Heat losses in providing chilled water or in the disposal of chilled water	(a) High grade if it can be utilized to reduce demand for refrigeration. (b) Low grade if refrigeration unit is used as a form of heat pump.
6.	Heat stored in products leaving the process	Quality depends upon temperature.
7.	Heat in gaseous and liquid effluents leaving process	Poor if heavily contaminated and thus requireing allow heat exchanger.

अपशिष्ट ऊष्मा के स्रोत (Sources of Waste Heat)

अपशिष्ट ऊष्मा के प्रमुख स्रोत निम्नलिखित हैं—

(i) रेसीप्रोकेटिंग इंजन चालित जनरेटर सेट द्वारा निकली ऊष्मा पुनः प्राप्ति का प्रयोग स्थैतिक शक्ति सह उत्पादन (cogeneration) और स्वतंत्र शक्ति उत्पादन के लिए होता है। इनसे भारी ईंधन फायर, गैस फायर और डीजल फायर प्रकार के अपशिष्ट निकलते हैं।

(ii) गैस टरबाइन निकास द्वारा पुनः प्राप्त की गई निष्कासित ऊष्मा निकलती है,

(iii) इंजन द्वारा पुनः प्राप्त की गई जैकेट ऊष्मा निकलती है,

(ov) कूड़ा-करकट पिघलाने वाली स्टील भट्टियों, सीमेन्ट की विशाल भट्टियों, औद्योगिक भट्टियों, कचरा जलाने वाला भस्मक मशीनों और अपशिष्ट गैसों की प्रणालियों से गर्म अपशिष्ट गैसें, डीजन जनरेटर द्वारा गर्म गैसें, ठंडी इमारतों, मीनारों से भाप, लौह ठंडा करने की विभिन्न प्रक्रियाओं के दौरान बेकार पानी, स्पंज लौह खण्ड (division) से अपशिष्ट ऊष्मा आदि निकलती है।

अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के लाभ व उपयोग (Advantages and application of waste heat recovery)

लाभ (Advantages)

अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के प्रत्यक्ष लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) पुनः प्राप्ति प्रणालियों की क्षमता बढ़ाना,

(ii) प्रणाली लागत और ईंधन का घटना,

(iii) प्रणाली में समय का घटना।

AKG TECHNICAL CLASSES

अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के अप्रत्यक्ष लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) प्रदूषण में कमी,
(ii) अपव्यय (wastage) में कमी,
(iii) उपकरणों के आकार और संख्या में कमी,
(iv) अतिरिक्त ऊर्जा खपत में कमी,
(v) स्टाफ, श्रमिक लागत और अन्य खर्चों में कटौती।

उपयोग (Applications)—अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के उपयोग निम्नलिखित हैं—

(i) निम्न तापमान सीमा (0-120°C) की अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग शैवालों (algae) के फार्म पैदा कर बायो-ईंधन का उत्पादन करने में होता है।
(ii) इसका पादप गृहों (green houses) में उपयोग होता है।
(iii) इसका पर्यावरणीय औद्योगिक पार्कों में उपयोग होता है।
(iv) मध्यम तापमान सीमा (120-650°C) एवं उच्च तापमान सीमा (> 650°C) की अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग विभिन्न प्रणालियों द्वारा विद्युत् उत्पादन में होता है।

विभिन्न व्यावसायिक अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति उपकरण (Different Commercially Waste Heat Recovery Instruments)

(i) **धात्विक रिक्यूपरेटर** (Metallic Recuperator)—इसके अन्तर्गत निम्नलिखित रिक्यूपरेटर आते हैं—
(अ) धात्विक विकिरण रिक्यूपरेटर (metallic radiation recuperator),
(ब) संवहनी या नली प्रकार का रिक्यूपरेटर (convective or tube type recuperator),
(स) विकिरण/संवहनी मिश्र रिक्यूपरेटर (radiation/convective hybrid recuperator)।
(ii) मृत्तिकाशिल्प रिक्यूपरेटर (ceramic recuperator),
(iii) ऊष्मा विनिमायक (heat exchangers),
(iv) ऊष्मा पुनः उत्पादन करने वाले उपकरण (heat regenerator),
(v) ऊष्मा पहिए (het wheels) और ऊष्मा नलिकाएँ (heat pipes),
(vi) मितोपयोजित्र (economiser),
(vii) प्लेट ऊष्मा विनिमायक (plate heat exchanger),
(viii) चारों तरफ गतिशील कुंडली विनिमायक (run around coil exchanger),
(ix) अपशिष्ट ऊष्मा बॉयलर (waste heat boilers),
(x) ऊष्मा पम्प (heat pumps),
(xi) तापीय संपीडक (thermocompressor),
(xii) प्रत्यक्ष संपर्क ऊष्मा विनिमायक (direct contact heat exchanger)।

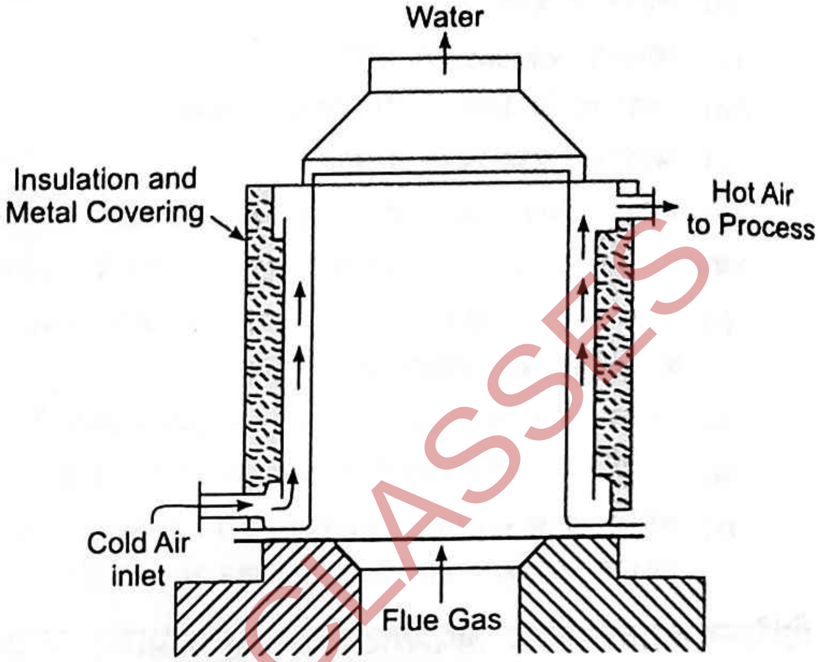
विभिन्न प्रकार के रिक्यूपरेटर (Different Types of Recuperator)

रिक्यूपरेटर में धात्विक और चीनी मिट्टी (ceramic) की दीवारों के पूर्वतापन (preheating) द्वारा चिमनी से निकली गैसों और वायु के बीच ऊष्मा का विनिमय होता है। रिक्यूपरेटर मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) धात्विक रिक्यूपरेटर (Metallic Recuperator)

इस प्रकार के उपकरण की अभिकल्पना (design) और चुनाव (selection) के कुछ विशेष बिन्दु होने चाहिएँ, जैसे—अपशिष्ट गैस का तापमान, आवश्यक वायु/ईंधन गैस के पूर्वतापन की प्रारम्भिक लागत, रख-रखाव लागत, परिचालन दाव (operating pressure) और रिक्यूपरेटर प्रणाली में अनुमति योग्य (permissible) दाब की बूँदें, रिक्यूपरेटर के संस्थापन में जगह की उपलब्धता, भट्टी का जीवन और विश्वसनीयता आदि। ऊष्मा विनिमय के आधार पर धात्विक रिक्यूपरेटर निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं—

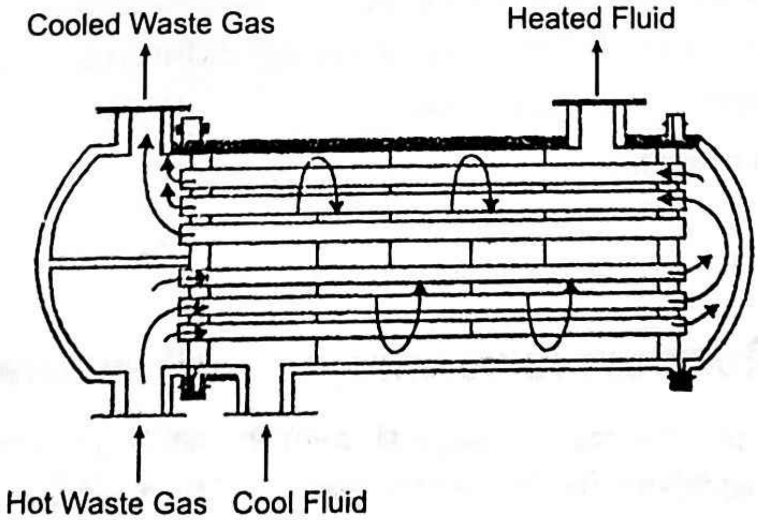


चित्र 8.1 : धात्विक विकिरण रिक्यूपरेटर

(अ) धात्विक विकिरण रिक्यूपरेटर (Metallic Radiation Recuperator)—इसके अन्दर दो धातु की खोखली नलिकाएँ होती हैं। बाहरी आवरण को रोधित (insulated) कर देते हैं। ऊष्मा स्थानांतरण क्षेत्र बढ़ाने के लिए आंतरिक आवरण से पंखिकाओं (fins) को जोड़ते हैं।

भट्टी ज्वालक (burner) के लिए बाहरी वलयों द्वारा वातावरण से वायु दहन क्रिया हेतु प्रवेश मार्ग (inlet) द्वारा भेजी जाती है। आन्तरिक नली ज्वलनशील और चिमनी से निकली गर्म गैसों को ले जाती है। इस क्रिया का उपयोग अपशिष्ट गैसों के 1000°C से 1500°C तक के तापमान के लिए होता है, जहाँ वायु की पूर्वतापन सीमा 600°C तक होती है।

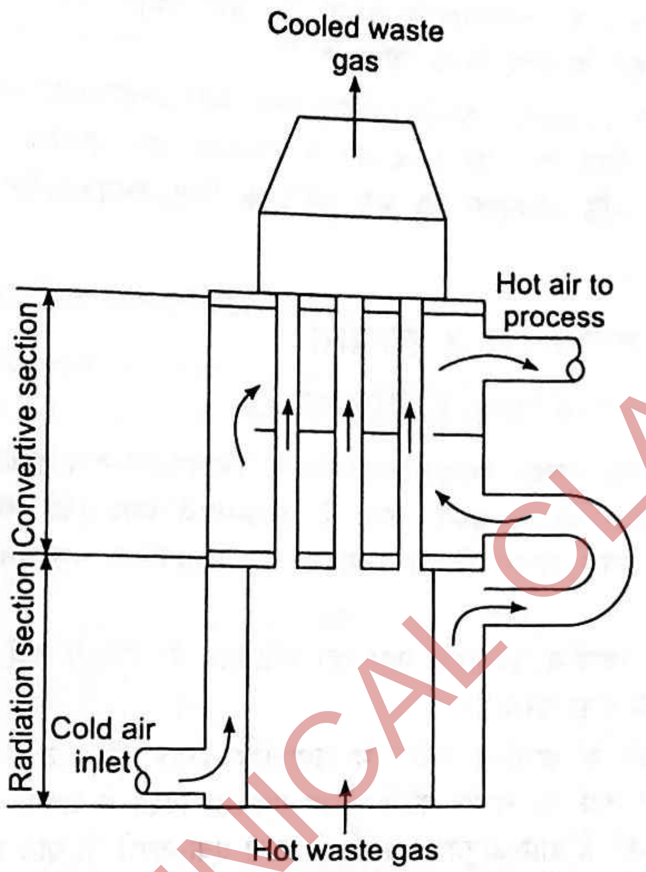
(ब) संवहनी या नली प्रकार का रिक्यूपरेटर (Convective or Tube Type Recuperator)—इस प्रकार के रिक्यूपरेटर में अपशिष्ट गर्म गैसों को समान्तर छोटी व्यास वाली बहुत सारी नलिकाओं द्वारा ले जाते हैं, जबकि प्रवेश करने वाली वायु/ठंडे तरल पदार्थ को ये नलिकाएँ कोश (shell) के चारों तरफ ले जाती हैं। इसे चित्र 8.2 में दिखाया गया है। इस प्रकार का रिक्यूपरेटर छोटा (compact) और विकिरण रिक्यूपरेटर की तुलना में अधिक प्रभावी होता है क्योंकि इसके पास अधिक ऊष्मा स्थानांतरण क्षेत्र और बहुविध (multiple) गैसों की नलिकाएँ होती हैं।



चित्र 8.2 : संवहनी/नली प्रकार का रिक्यूपरेटर

AKC TECHNICAL CLASSES

(स) विकिरण/संवहनी मिश्र रिक्यूपरेटर (Radiation/Convective Hybrid Recuperator)—यह विकिरण और संवाहक दोनों प्रकार के रिक्यूपरेटरों का मिश्रण (combination) है। यह ऊष्मा स्थानांतरण को अधिकतम प्रभावी बनाने के लिए प्रयोग किया जाता है। इसे चित्र 8.3 में दर्शाया गया है।



चित्र 8.3 : विकिरण/संवहनी मिश्र रिक्यूपरेटर

मृत्तिकाशिल्प रिक्यूपरेटर (Ceramic Recuperator)

धात्विक रिक्यूपरेटर सिर्फ कम तापमान के लिए उपयुक्त होते हैं। इस तापमान सीमा को खत्म करने के लिए मृत्तिकाशिल्प रिक्यूपरेटर का उपयोग किया जाता है। मृत्तिकाशिल्प पदार्थ से बनी नलिकाओं में 1550°C तक के तापमान वाली गर्म गैसों को प्रवेश कराने की क्षमता होती है और इसमें वायु की पूर्वतापन क्षमता लगभग 815°C तक होती है।

इस प्रकार के रिक्यूपरेटर बड़े आकार के होते हैं, जिससे इनमें कम संवाहकता होती है। इसमें ऊष्मा स्थानांतरण करने की क्षमता अधिक होती है एवं क्षरण की संभावना अधिक रहती है।

धात्विक रिक्यूपरेटर के असफल होने के कारण (Reasons for Failure of Metal Recuperator)

धात्विक रिक्यूपरेटर के असफल होने के मुख्य कारण निम्नलिखित हैं—

(i) **चटकना और रिसाव होना** (Cracking and Leakage)—रिक्यूपरेटर ऊष्मा विनिमय करने वाले भागों (parts) के तापीय विस्तारण (thermal expansion) की वजह से चटकने और रिसने/क्षरण के कारण असफल हैं। इस प्रकार की समस्या को दूर करने के लिए अभिकल्पन में परिवर्तन करना होता है।

(ii) **उच्च तापमान क्षय** (High Temperature Corrosion)—इस प्रकार का क्षय तभी होता है जब धातु का तापमान लगभग 680°C तक की सीमा में हो। अतः रिक्यूपरेटर में धातु की दीवारों का तापमान 600°C के नीचे रखने से बचना चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) **उपचयन** (Oxidation)—उच्च तापमान पर अपशिष्ट गैसों में उपस्थित भाप और कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के कारण उपचयन होता है। रिक्यूपरेटर में तापमान 500°C के ऊपर पहुँचते ही उपचयन क्रिया प्रारम्भ हो जाती है, जिसके फलस्वरूप परतों (scaling) का जमना प्रारम्भ हो जाता है। इस वजह से बदलाव (replacement) की आवश्यकता पड़ती है। कुछ धातुएँ जैसे कि क्रोमियम, निकिल का उपयोग उच्च तापमान को सहने के लिए किया जाता है।

(iv) **सल्फर का आक्रमण** (Sulphur Attack)—इस तरह की असफलता ऊष्मा की सतह संवाहन में प्रयोग हुई गैसों की प्रकृति, गैसों के तापमान, दीवार के तापमान और उपयोग की गई धातु पर निर्भर होती है। सल्फर की प्रतिक्रिया और आक्रमण को कम करने के लिए उपयुक्त गैस, वायु प्रवाह व्यवस्था और धातु चुनना चाहिए।

ऊष्मा विनिमायक का वर्गीकरण व उपयोग
(Classification and Use of Heat Exchanger)

ऊष्मा या ताप विनिमायक एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रभावशाली ताप संचार के लिए बनाया गया उपकरण है। ये उपकरण माध्यम को ठोस दीवार से पृथक् करते हैं, जिससे वे एक-दूसरे में मिश्रित नहीं हो पाते हैं। ऊष्मा विनिमायक प्रशीतन, वातानुकूलन, स्पेस हीटिंग, विद्युत् उत्पादन और रासायनिक संसाधन में बड़े पैमाने पर प्रयोग में लाए जाते हैं।

ऊष्मा विनिमायक का एक सामान्य उदाहरण कार का रेडियेटर है, जिसमें गर्म रेडियेटर तरल को रेडियेटर की सतह पर से हवा को प्रवाहित करके ठंडा करते हैं।

ऊष्मा/ताप विनिमायक प्रवाहों के सामान्य प्रकारों में समानांतर प्रवाह, विपरीत प्रवाह और अनुप्रस्थ प्रवाह शामिल हैं। समानांतर प्रवाह में दोनों तरल ताप का संचार करते समय एक ही दिशा में प्रवाहित होते हैं। विपरीत प्रवाह में तरल एक-दूसरे के विरुद्ध दिशाओं में बहते हैं और अनुप्रस्थ प्रवाह में तरल एक-दूसरे के प्रति समकोण पर बहते हैं।

ऊष्मा विनिमायक के अन्तर्गत कवच और नली, दोहरा पाइप, एक्सट्रेडेड फिन्ड पाइप, स्पाइरल फिन पाइप, U-ट्यूब और स्टैक्ड प्लेट जैसी रचनाएँ शामिल होती हैं।

ऊष्मा विनिमायक में जब सैद्धांतिक ताप संचार की गणना करते हैं, तब इस बात का ध्यान रखा जाता है कि दो तरलों के मध्य ताप की भिन्नता स्थिति के अनुसार बदलती रहे। सरल प्रणालियों में इस कारण से औसत तापमान के रूप में लॉग मीन तापमान अंतर (LMTD) का अक्सर प्रयोग किया जाता है।

वर्गीकरण (Classification)

ऊष्मा विनिमायक को निम्नलिखित प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है—

(i) शैल और ट्यूब ऊष्मा विनिमायक,
(ii) प्लेट ऊष्मा विनिमायक,
(iii) अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति विनिमायक,
(iv) फेस परिवर्तन ऊष्मा विनिमायक,
(v) तरल ऊष्मा विनिमायक,
(vi) डायनैमिक स्क्रेप सतह ऊष्मा विनिमायक,
(vii) रुद्धोष्म ऊष्मा विनिमायक,
(viii) स्पाइरल ऊष्मा विनिमायक,
(ix) प्रत्यक्ष स्पर्श ऊष्मा विनिमायक

AKC TECHNICAL CLASSES

उपयोग (Uses)

इसके प्रमुख उपयोग निम्नलिखित हैं—

(i) जगह (space) को गर्म करने में,

(ii) किचन और बाथरूम में गर्म पानी की आपूर्ति में,

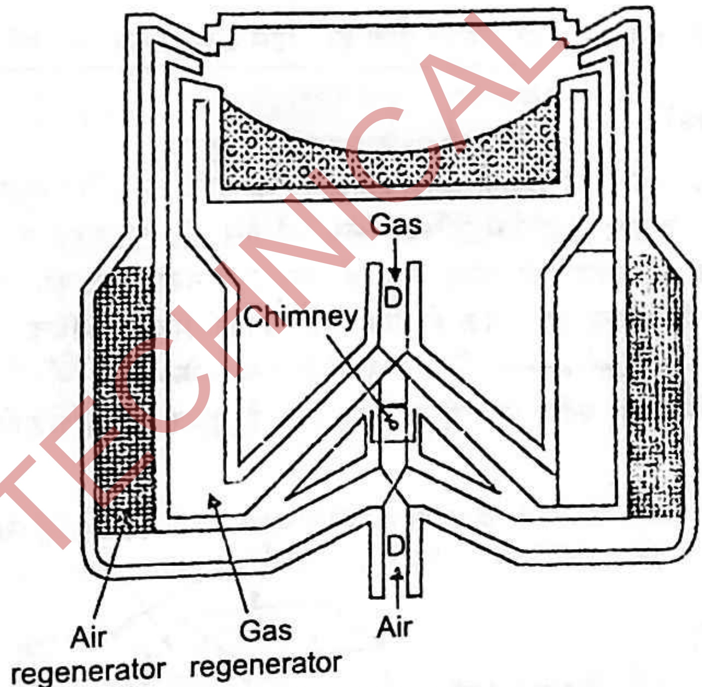
(iii) आवश्यक तापमान पर कार्य करने के लिए वायु को गर्म करने में,

(iv) चिमनी से निकले गैसों, व्यर्थ वायु और अन्य ऊष्मा स्रोतों से पुनः ऊष्मा प्राप्ति हेतु,

(v) रासायनिक और अन्य संयंत्रों में शीतलन क्षमता और ऊर्जा के संरक्षण हेतु।

ऊष्मा पुनर्योजक (Heat Regenerator)

ऊष्मा पुनर्योजक के अन्दर विद्यमान ठोस तापीय संग्रहण वस्तुओं द्वारा व्यर्थ गैसों को सोख (absorb) लिया जाता है और ऊष्मा को शुद्ध वायु भेजकर खत्म कर दिया जाता है। इस प्रक्रिया को रोककर चेम्बर/कक्ष में कम से कम दो अग्निरोधी ईंटें रखनी चाहिएँ। इस प्रकार का ऊष्मा पुनर्योजक अधिक क्षमता वाली जैसे कि काँच और स्टील पिघलाने वाली भट्टियों में उपयोग किया जाता है। इसकी क्षमता संचित गर्द (accumulated dust) और सतह पर जमा धातुमल (slagging) पर निर्भर करती है।



चित्र 8.4 : ऊष्मा पुनर्योजक

ऊष्मा पुनर्योजक के मुख्य कारक आकार, परिवर्तन का समय (time of reversals), ईंट की मोटाई, ईंट की संवहनीयता और ईंट का ऊष्मा धारण अनुपात (heat storage ratio) हैं। यदि परिवर्तन के बीच का समय अधिक है तो तापीय संग्रहण अधिक और लागत ज्यादा होती है। लम्बे समय के परिवर्तनों से औसत तापमान और ईंधन बचत कम होती है। यह दो प्रकार के भागों—पीवर हीटर और रोटरी पुनर्योजक—में बँटा होता है।

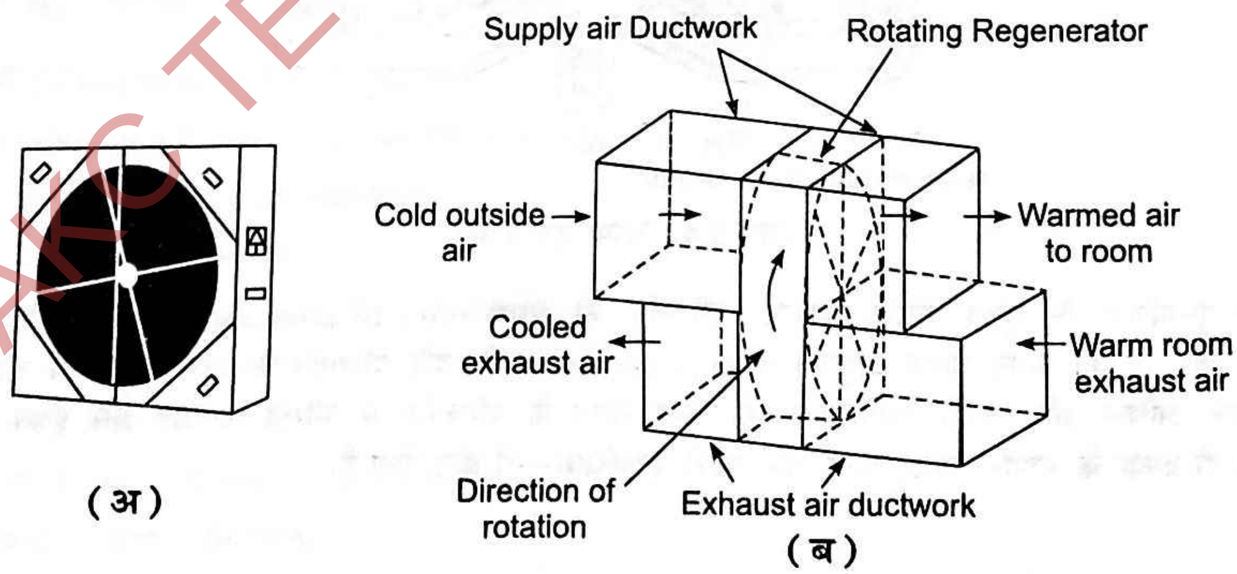
AKC TECHNICAL CLASSES

रिक्यूपरेटर व पुनर्योजक में अन्तर
(Difference between Recuparator and Regenerator)

क्र० सं०	रिक्यूपरेटर	पुनर्योजक
(i)	यह बहुत छोटी से लेकर मध्यम भट्टी में उपयोग होता है।	यह बहुत बड़ी विशालकाय भट्टी में उपयोग होता है।
(ii)	इसकी दीवारें पतली होती हैं क्योंकि तुरंत ऊष्मा स्थानांतरण की आवश्यकता होती है। इसकी पूर्वतापन की सीमा 400°C है।	इसमें अत्यधिक भारी भरकम ईंटों की दीवारें होती हैं जो 900°C पर कार्य करती हैं।
(iii)	यह सस्ता है और इसकी प्राथमिक संस्थापन लागत कम है।	यह महँगा है और इसकी प्राथमिक संस्थापन लागत अधिक है।
(iv)	इसमें पूर्वतापन का तापमान स्थिर रहता है।	इसमें पूर्वतापन का तापमान उतार-चढ़ाव (fluctuate) वाला होता है।
(v)	इसमें बहुत कम ध्यान (attention) देने की आवश्यकता होती है।	इसमें ध्यान देने में छूट या उन्मुक्तता है।
(vi)	इसमें कम सिविल कार्य की आवश्यकता होती है।	इसमें अधिक सिविल कार्य की आवश्यकता होती है।
(vii)	इसे कम आकार और कम जगह की जरूरत होती है।	इसे बड़ा आकार और अधिक जगह की जरूरत होती है।

ऊष्मा पहिए (Heat Wheel)

यह एक छिद्रिल (porous) प्रकार की चकती (disk) होती है जो दोनों तरफ की नलिकाओं (ducts) के मध्य घूमती है। उपरोक्त दोनों नलिकाओं को क्रमशः ठंडी गैस नलिका और गर्म गैस नलिका कहते हैं। यदि चकती धीमे घूमती है तो यह पर्याप्त ऊष्मा को गर्म हवा के माध्यम से सोख लेती है और इसे ठंडी हवा को स्थानांतरित कर देती है। ऊष्मा, पहियों की कुल क्षमता अधिक से अधिक 85% तक हो सकती है। इनका आकार अधिक से अधिक 21 मीटर व्यास तक होता है। इसकी वायु क्षमताएँ 1130 m^3/min तक होती हैं। इस प्रकार के ऊष्मा पहियों का उपयोग कम तापमान से मध्यम तापमान के अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति प्रणाली के लिए होता है। चित्र 8.5 में चकती को अक्ष पर दोनों नलिकाओं के समांतर रखा गया है।



चित्र 8.5 : ऊष्मा पहिया

AKC TECHNICAL CLASSES

निर्माण के मुख्य कारक (Main Factors of Construction)

निर्माण के मुख्य कारक निम्नलिखित हैं—

(i) यांत्रिक मजबूती होना,

(ii) लंबा जीवन और क्षय प्रतिरोध क्षमता होना,

(iii) तापीय संग्रहण क्षमता का उच्च होना,

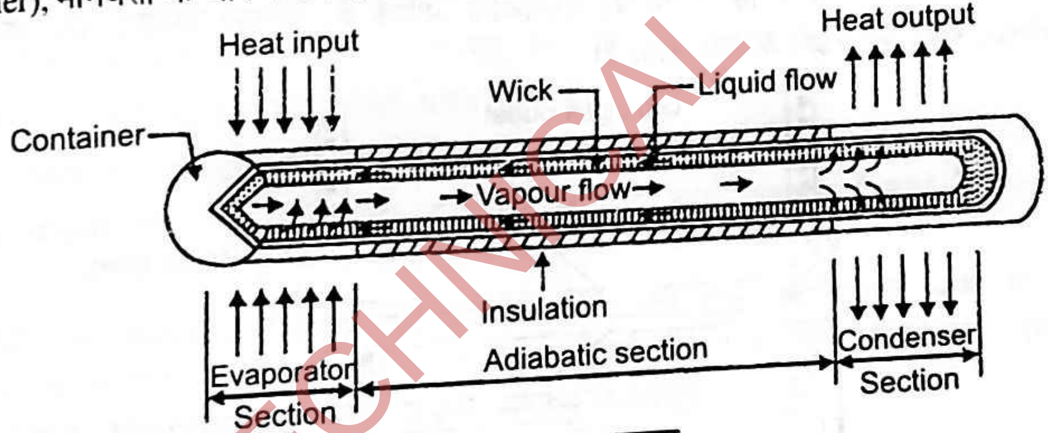
(iv) ऊष्मा स्थानांतरण के दौरान दाब बूँद का निम्नतम होना,

(v) तापीय प्रतिरोधकता अभिकल्पन का सही होना।

उपयोग (Uses)—जहाँ अधिक मात्रा की वायु कम तापांतर पर ऊष्मा विनिमय (exchange) करती है, वहाँ ऊष्मा पहियों का उपयोग होता है। इसका उपयोग धातु पिघलाने वाली भट्टियों, प्रिंटिंग मशीनों, ओवन और पेपर मिल में भी होता है।

ऊष्मा पाइप (Heat Pipe)

यह ताँबे से 100 गुना अधिक तापीय ऊष्मा स्थानांतरण कर सकता है। इसकी तुलना उस बंद नलिका (tube) से कर सकते हैं जिसकी अंदरूनी सतह मोमबत्ती के धागे की तरह ढकी होती है। इसके तीन तत्व होते हैं—बंद पात्र (sealed container), मोमबत्ती के धागे समान नलिका और कार्यकारी द्रव (fluid)।



चित्र 8.6 : ऊष्मा पाइप

ऊष्मा पाइप के अन्दर कोई भी हिलने (moving) वाला हिस्सा नहीं होता है। अत: इसे कम से कम मरम्मत की आवश्यकता होती है। यह 315°C तथा 50% ऊष्मा पुन: प्राप्ति की क्षमता पर कार्य करता है।

कार्यविधि (Working)

यह ऊष्मा स्रोत से वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा (latent heat) लेता है जिससे कार्यकारी तरल वाष्पीकृत (vaporized) हो जाता है। वाष्प ठंडे क्षेत्र की तरफ विसरित (diffuse) होती है क्योंकि कम दाब की वजह से और तापीय ऊर्जा के हटने के कारण वाष्प दोबारा संघनित होकर तरल (liquid) हो जाती है। संघनित तरल मोमबत्ती के धागे की तरह क्रिया कर ऊष्मा स्रोत दक्ष की तरफ प्रवाहित होने लगता है। वाष्प का लगातार ऊष्मा स्रोत से संघनित क्षेत्र की तरफ चलने के कारण संघनित तरल वापस ऊष्मा स्रोत की तरफ लौट जाता है। यह ऊष्मा स्थानांतरण क्रिया को पूरा करता है।

नलिका के लिए ताँबा, स्टील और जस्ता आदि का उपयोग करते हैं। कार्य हेतु पानी, मीथेन और अमोनिया जैसे तरल पदार्थ उपयोग करते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

अनुप्रयोग (Applications)

ऊष्मा पाइप के अनुप्रयोग निम्नलिखित हैं—

(i) जगह को गर्म करने के लिए उपयोग करते हैं।

(ii) संवातन (ventilation), वातानुकूलन प्रणालियों आदि में उपयोग करते हैं।

(iii) बॉयलर की वायु दहन प्रक्रिया के पूर्वतापन में उपयोग करते हैं।

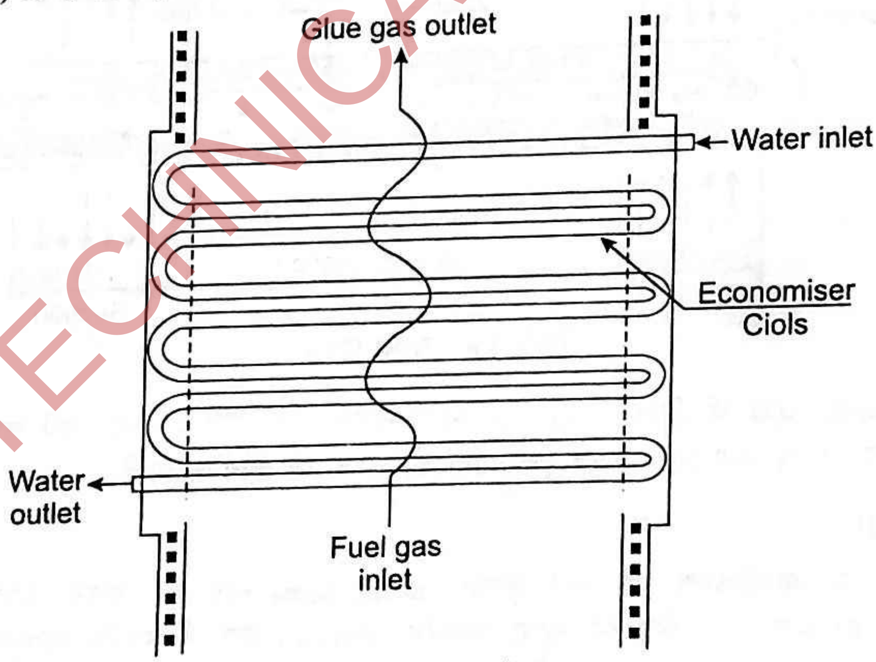
(iv) बंद कमरों को बाहरी (outside) वायु से ठंडा करने में उपयोग करते हैं।

(v) अपशिष्ट भाप का उपयोग आवश्यक वस्तुओं को पुनः बनाने में करते हैं।

मितिपयोजित्र (Economiser)

मितिपयोजित्र (economiser) वह उपसाधन है जिसमें चिमनी की ओर जाने वाली अपशिष्ट गैसों की ऊष्मा को जल गर्म करने में उपयोग किया जाता है। यह अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग कर बॉयलर के भाप की आर्थिक स्थिति सुधारता है। इसे बॉयलर के बाहरी निकास आदि चिमनी के प्रवेश मार्ग से बहने वाले अपशिष्ट गर्म गैसों के बीच में रखते हैं। प्रवाहित गैस की दिशा बहने वाले पानी की दिशा के विपरीत होना चाहिए जिससे अधिकतम ऊर्जा का निकास संभव है।

मितिपयोजित्र के उपयोग से ईंधन (fuel) की बचत और प्रवाहित धारा की दर को बढ़ा सकते हैं। यदि गैस का तापमान अधिक है तो इसका मतलब है कि ऊष्मा की उपलब्धता अधिक है, जिसका उपयोग भेजे जाने वाले पानी की संवेदनशील (sensible) ऊष्मा को बढ़ाने के लिए होता है।



चित्र 8.7 : मितिपयोजित्र

अभिकल्पन के कारक (Factors of Design)

अभिकल्पन के लिए आवश्यक कारक निम्नलिखित हैं—

(i) गर्म अपशिष्ट से निकलने वाली गैसों में से अधिकतम संभावित ऊर्जा को पृथक करने के योग्य होना चाहिए।

(ii) इसका ऊष्मा स्थानांतरण क्षेत्रफल कम से कम होना चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) इसकी नलिकाओं के संग्रहण की ऊँचाई कम-से-कम होनी चाहिए, जिससे सफाई और उचित देखभाल हो सके।

(iv) मितिपयोजित्र में भाप निर्माण से बचने के लिए काँच के प्रवाह के विरुद्ध दिशा में लगातार पानी का प्रवाह होना चाहिए।

(v) उचित दाब और पानी की दाब हानि को घटाकर पानी के पम्पों की ऊर्जा खपत को न्यूनतम होना चाहिए।

(vi) निर्धारित करे बिना इसे अत्यधिक दबाव की सभी स्थितियों में कार्य करना चाहिए।

(vii) इसके चेम्बर में रिसाव नहीं होना चाहिए, अन्यथा बॉयलर के अन्दर हवा के प्रवेश होने के कारण गलत प्रभाव उत्पन्न होगा।

(viii) ठंडी नलिकाओं में क्षरण (corrosion) रोकने के लिए मितिपयोजित्र में प्रवेश करने वाले पानी का तापमान 35°C से अधिक होना चाहिए, जिससे चिमनी से निकलने वाली गैसों में विद्यमान नमी का मितिपयोजित्र की नलिकाओं में संघनन नहीं हो सके।

लाभ (Advantages)

मितिपयोजित्र के लाभ निम्नलिखित हैं—

(i) चिमनी गैसों के प्रत्येक 22°C तापमान गिरने पर बॉयलर के ईंधन में 1% की बचत होती है।

(ii) भेजे जाने वाले पानी के प्रत्येक 6°C तापमान बढ़ने पर 1% बॉयलर के ईंधन में बचत होती है।

(iii) इसमें 15% से 20% तक कोयले की बचत होती है।

(iv) यह बॉयलर को भाप (steam) भेजे जाने वाली क्षमता को बढ़ाता है।

(v) चूँकि बॉयलर को भेजे जाने वाला पानी गर्म होता है अत: असमान विस्तार (expansion) के कारण दबाव न्यूनतम हो जाता है।

सावधानियाँ (Precautions)—मितिपयोजित्र को भेजे जाने वाले पानी का तापमान उच्च होना चाहिए, जिससे चिमनी से निकलने वाली गैसों में उपस्थित नमी मितिपयोजित्र नलिकाओं में संघनित नहीं हो सके। मितिपयोजित्र चेम्बर को रिसाव से सुरक्षित होना चाहिए, अन्यथा वायु का अंत: संचरण हो सकता है।

प्लेट ऊष्मा विनिमायक व रन अराउण्ड कुण्डली विनिमायक
(Plate Heat Exchanger and Run Around Coil Exchanger)

प्लेट ऊष्मा विनिमायक (Plate Heat Exchanger)

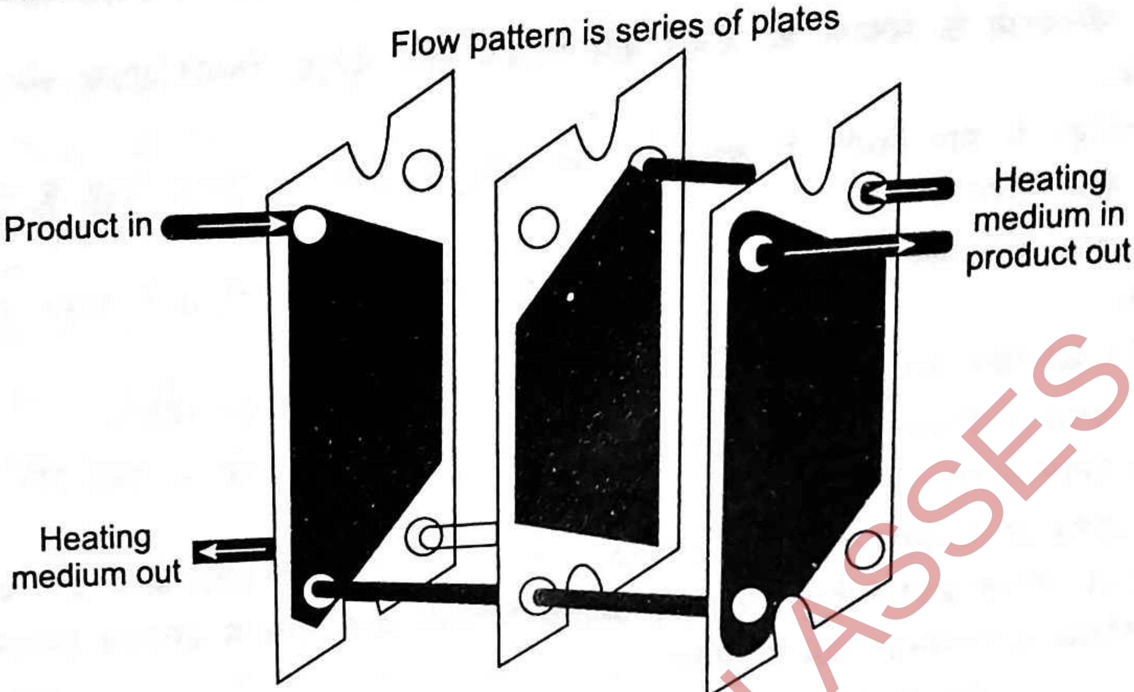
यह समांतर प्लेटों का बना होता है। ये प्लेटें इस प्रकार जुड़ी होती हैं कि इनसे पतला प्रवाह गुजर सके। इसके जोड़ इस प्रकार के हों कि एक के बाद एक तापन और ठंडक को ले जा सकें। ऊष्मा स्थानांतरण की क्षमता बढ़ाने के लिए प्लेटों को तह (corrugate) किया जाता है।

ऊष्मा स्थानांतरण के लिए अधिक सतह क्षेत्र उपलब्ध होने के कारण ऊष्मा पुन: प्राप्ति की मात्रा अधिक होती है। तरल-तरल प्रणाली का मान 80 से 90% और गैस-गैस प्रणाली का मान 60 से 80% तक होता है। जब तापमानों का अन्तर अधिक नहीं होता है तब अधिक सतह के क्षेत्र का प्रभाव ऊष्मा स्थानांतरण की लागत पर पड़ता है।

औद्योगिक अनुप्रयोग (Industrial Applications)

दूध के पैकेट बनाने वाले संयंत्रों में प्लेट ऊष्मा विनिमायक का प्रयोग पाश्चुराइजेशन प्रणाली में किया जाता है। इसके अलावा यह खाद्य उद्योग में संघनन (condensation) संयंत्र में उपयोग होता है।

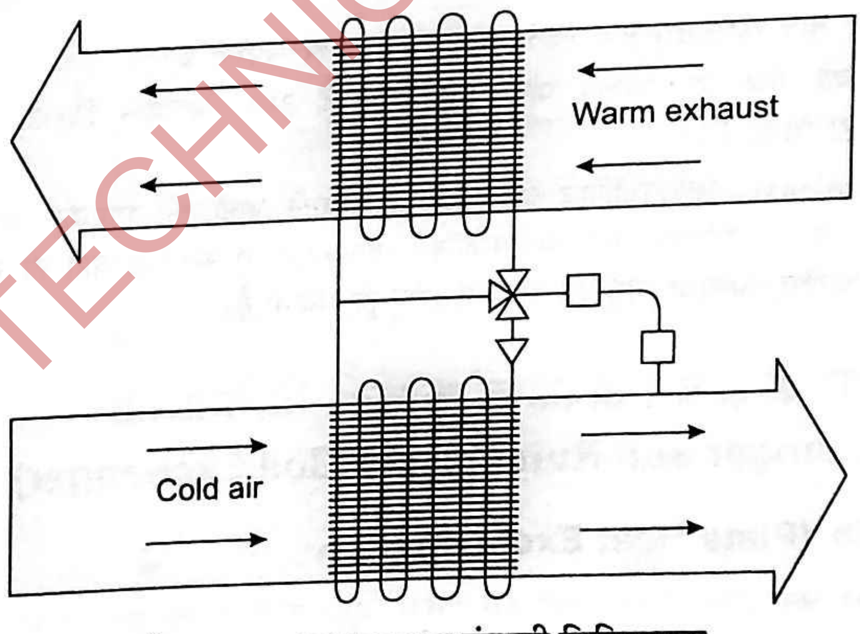
AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 8.9 : प्लेट ऊष्मा विनिमायक

रन अराउण्ड कुंडली विनिमायक (Run Around Coil Exchanger)

इस प्रकार के विनिमायक का कार्य सिद्धान्त प्लेट ऊष्मा पाइप विनिमायक के समान है और इसका उपयोग निकलने वाली गैसों से ऊष्मा पुन: प्राप्ति में किया जाता है। यह क्रिया संवातन नामक प्रणाली के माध्यम से होती है।



चित्र 8.10 : रन अराउण्ड कुंडली विनिमायक

बन्द परिपथ की एक कुंडली गर्म धारा (hot stream) के अन्दर संस्थापित की जाती है और दूसरी कुंडली को ठंडी धारा के अन्दर संस्थापित करते हैं। उपरोक्त दोनों कुंडलियाँ पानी के पम्प और पानी ग्लायकॉल (एंटी-फ्रीज) के साथ जोड़ते हैं, इस मध्यस्थ द्रव को ऊष्मा स्थानांतरण द्रव कहते हैं। इसके गर्म और ठंडे द्रव दोनों एक-दूसरे से बहुत दूर स्थित (located) होने चाहिएँ और यह सरल नहीं होता है। अत: ऊष्मा पुन: प्राप्ति किसी दूर स्थित क्षेत्रों से करना अधिक उपयोगी रहता है। यह रन अराउण्ड कुंडली विनिमायक का लाभ है। यह प्रणाली केवल कुल उपलब्ध ऊष्मा की 30-50% ऊर्जा तक ही सीमित है।

AKC TECHNICAL CLASSES

औद्योगिक अनुप्रयोग (Industrial Applications)

इस प्रणाली का उपयोग संवातन, ऑफिस वातानुकूलन और न्यूनतम तापमान पर ऊष्मा पुन: प्राप्ति के लिए होता है।

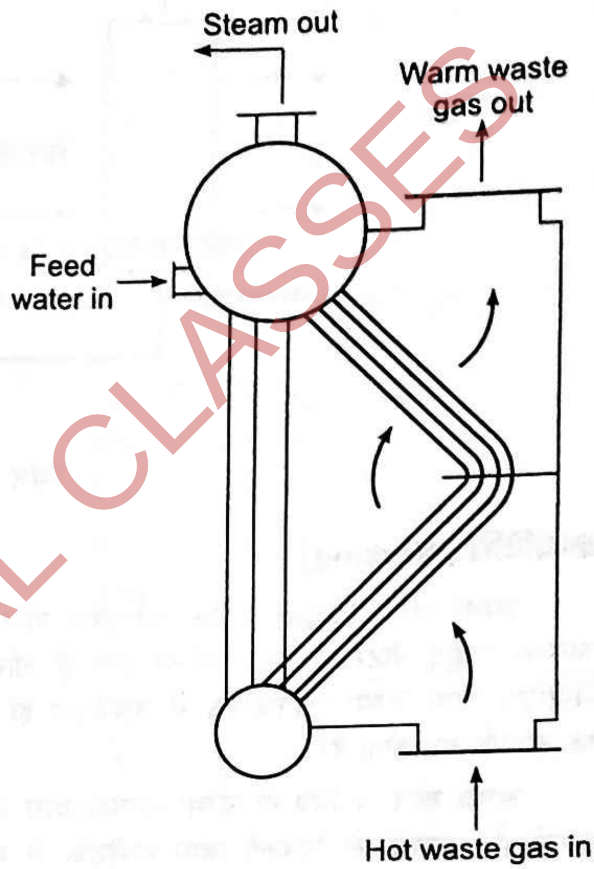
अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति बॉयलर (Waste Heat Recovery Boiler)

औद्योगिक प्रक्रियाओं में अधिक मात्रा में गर्म गैसें और उच्च तापमान उत्पन्न होता है। उपरोक्त गर्म गैसों का उपयोग अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति बॉयलर में भाप उत्पन्न करने में होता है। यह एक साधारण प्रकार का पानी की नलिकाओं वाला बॉयलर है, जिसके अन्दर औद्योगिक प्रक्रियाओं, जैसे—गैस टरबाइन आदि द्वारा गैसें आती हैं जो कि पानी में उपस्थित बहुत सी समांतर नलिकाओं से गुजारी जाती हैं।

नलिकाओं का पानी वाष्पीकृत होकर स्टील ड्रम में एकत्रित हो जाता है, जहाँ से तापन और भाप क्रियाओं के लिए इसका उपयोग होता है। अपशिष्ट ऊष्मा बॉयलर की क्षमता निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात की जाती है—

$$\text{क्षमता} = \frac{\text{भाप द्वारा अवशोषित ऊष्मा}}{\text{कुल प्रवेश करने वाली गैस}} \times 100$$

यदि निकली गैसों में अपशिष्ट गैसों की मात्रा भाप क्रिया को उत्पन्न करने में लगी आवश्यक मात्रा की तुलना में कम हो तो अपशिष्ट पुन: प्राप्ति बॉयलर के साथ कुछ अतिरिक्त व्यवस्था होती है जिससे विशिष्ट तापमान और दबाव पर आवश्यक आयतन में भाप उत्पन्न होती है।



चित्र 8.11 : अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति बॉयलर

औद्योगिक उपयोग (Industrial Uses)

इसके प्रमुख औद्योगिक उपयोग निम्नलिखित हैं—

(i) टरबाइन से निकली गैसें, प्रत्यागामी (reciprocating) इंजनों, भट्टियों और भस्मकों से ऊर्जा की पुन: प्राप्ति के लिए उपयोग की जाती हैं।

(ii) काँच की तरफ बढ़ी हुई सतह के साथ पानी नलिका बॉयलर का उपयोग कम दाब अनुप्रयोगों और उच्च दाब अनुप्रयोगों में अग्नि नलिका के रूप में होता है।

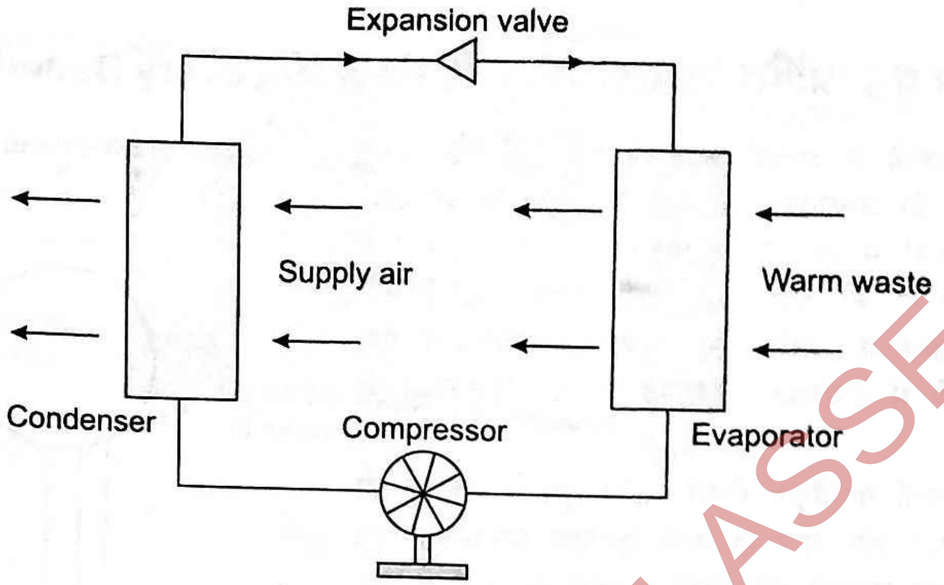
ऊष्मा पम्प (Heat Pump)

ऊष्मा पम्प कम तापमान स्रोत से ऊष्मा को अवशोषित करता है और इसका यांत्रिक कार्य में उपयोग कर उच्च तापमान पर ऊष्मा को छोड़ता (discharge) है। ऊष्मागतिकीय (thermodynamic) प्रणाली का उपयोग कर आकस्मिक ऊर्जा प्रवाह की उल्टी दिशा को प्रयोग में लाना संभव होता है। इसे ही ऊष्मा पम्प कहते हैं। यह ऊष्मा इंजन की कार्य-प्रणाली की तुलना में विपरीत ढंग से कार्य करता है।

ऊष्मा पम्प एक मशीन है जिसका उपयोग सर्दियों में हवा गर्म करने और गर्मियों में वातानुकूलन करने के काम आता है। यह निम्न अन्तर की अपशिष्ट ऊष्मा को छोड़ता है और उच्च तापमान पर इस उच्च स्तर को बनाता है।

AKTECHNICAL CLASSES

अधिकतम ऊष्मा पम्प वाष्प संपीडन चक्र के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं। इसके मुख्य घटक कन्डेन्सर, संपीडक (compressor), वाष्पक (evaporator), विस्तारक वाल्व (expansion valve) और कार्यकारी तरल (fluid) हैं।



चित्र 8.12 : ऊष्मा पम्प प्रणाली

AKG TECHNICAL CLASSES

कार्यविधि (Working)

इसका चक्र (cycle) वाष्पक की तरफ शीत प्रभाव और संधारित्र की तरफ तापन प्रभाव उत्पन्न करता है। इसका वाष्पक विद्युत् मोटर के द्वारा चालित होता है और दाब को बढ़ाता है, जिससे कार्यकारी द्रव का तापमान बढ़ जाता है। संपीडित वाष्प ऊष्मा विनियामक में वाष्पीकृत हो जाती है। कम तापमान और दाब पर विस्तारक वाल्व के द्वारा इसका विस्तार/फैलाव होता है।

ऊष्मा स्रोत से निकली ऊष्मा वाष्पक द्वारा अवशोषित कर प्रचारित (circulating) द्रव को उबालने (boil) का कार्य करती है। वाष्पक से निकली वाष्प संपीडक से गुजरती है और इस प्रकार चक्र पूरा हो जाता है। ऊष्मा पम्प के कार्य प्रदर्शन (performance) संधारित्र पर निर्गत ऊष्मा और कुल निवेशित कार्य के अनुपात को निष्पादन गुणांक (coefficient of performance) कहते हैं।

उपयोग (Uses)

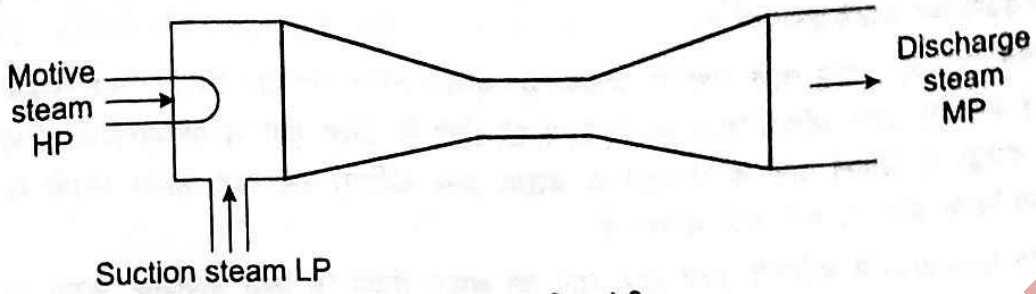
ऊष्मा पम्प निम्न स्तर की अपशिष्ट ऊष्मा को पुनः प्राप्ति द्वारा उच्च स्तर का बनाकर इसे मुख्य धारा की प्रक्रिया में जोड़ता है। ऊष्मा पम्पों का उपयोग प्लास्टिक फैक्टरियों, उत्पादों को सुखाने, भंडारण के लिए सूखा वातावरण बनाये रखने और सम्पीडित वायु को सुखाने में होता है।

तापीय सम्पीडक व प्रत्यक्ष संपर्क ऊष्मा विनिमायक (Thermocompressor and Direct Contact Heat Exchanger)

तापीय सम्पीडक (Thermocompressor)

यह बनावट में साधारण प्रकार का उपयंत्र है। इसका उपयोग बहुत अधिक दाब वाली भाप के द्वारा निम्न दाब वाली भाप को संपीडित करने में होता है और इसका पुनः उपयोग मध्यम दाब वाली भाप में होता है। इसके अलावा तापीय संपीडकों का उपयोग ऊर्जा बचत की बहुत सारी प्रक्रियाओं में होता है। उपयोगी दाब के स्तर पर तापीय संपीडक निम्न दाब वाली भाप को संपीडित करता है और तापीय ऊर्जा को पुनः निम्न दाब वाली भाप प्रदान करता है। अतः इस प्रकार की ऊर्जा का अपव्यय होता है।

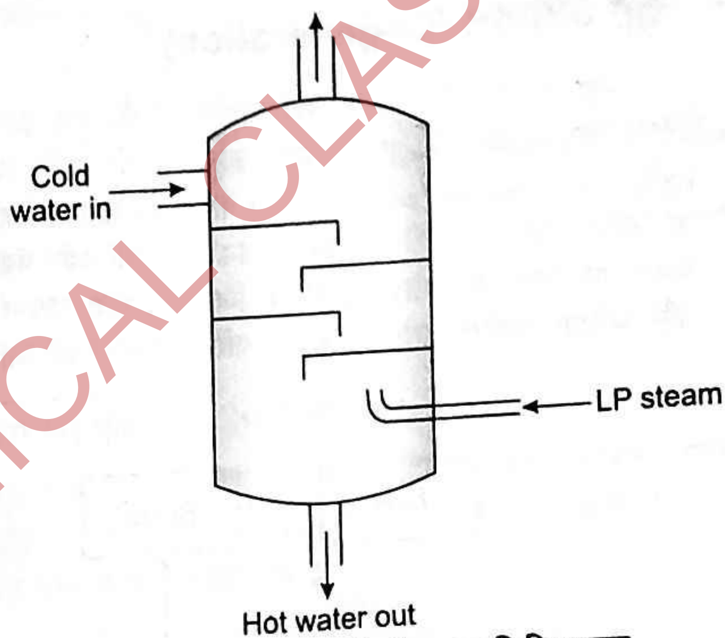
स्पाइरेक्स प्रकार के तापीय संपीडक उपयंत्र का अभिकल्पन विश्वसनीय माना जाता है। इसका उपयोग ऊर्जा संरक्षण योजनाओं में प्रभावी तौर पर हो रहा है।



चित्र 8.13 : तापीय संपीडक

प्रत्यक्ष संपर्क ऊष्मा विनिमायक (Direct Contact Heat Exchanger)

इसके अन्दर बहुत सी संख्या में तश्तरियाँ (disks) होती हैं जो कि एक के ऊपर एक रखी होती हैं। कम दाब वाली भाप का उपयोग भेजे गये पानी या कोई अन्य द्रव को पूर्वतापित करने में किया जाता है। इसमें भाप को तश्तरियों के नीचे से भेजते हैं और ठंडा पानी ऊपर से भेजते हैं। भाप पूरी तरह से संघनित हो जाती है, जबकि प्रवेश करने वाले पानी को गर्म करना होता है। प्रत्यक्ष सम्पर्क ऊष्मा विनिमायक के प्रवेश मार्ग से गर्म गैसें प्रवेश करती हैं और पूर्ण दक्षता के साथ ऊपर की तरफ भ्रमण करती हैं एवं सक्रिय ऊष्मा को क्षेत्र की सतह पर स्थानांतरित करती हैं। तरल वितरक द्वारा इकाई के ऊपर से ठंडा पानी भेजा जाता है जहाँ इसका संपर्क पैक्ट बेड में स्थित गर्म गैसों से होता है। इसके बाद यह नीचे की ओर भ्रमण करता है। ठंडे पानी और गर्म गैसों के कारण ज्ञेय ऊष्मा का स्थानांतरण होता है जिसके प्रभाव से पानी बहुत तेजी से गर्म हो जाता है। यह गर्म पानी संप क्षेत्र (sump section) में बहकर पहुँच जाता है। यहाँ पानी पुनः तापन हेतु प्लेट और फ्रेम के माध्यम से पम्प द्वारा भेज दिया जाता है। वहाँ ट्यूब ऊष्मा विनिमायक पुनः तापन कर तरल में ऊष्मा स्थानांतरित करता है। इस तरह बन्द लूप चक्र पूर्ण होता है। इस प्रकार के विनिमायकों का मुख्य उपयोग भाप उत्पादक स्टेशनों में किया जाता है।



चित्र 8.14 : प्रत्यक्ष संपर्क ऊष्मा विनिमायक

अपशिष्ट ऊष्मा का कृषि में उपयोग (Use of Waste Heat in Agriculture)

तापीय शक्ति संयंत्रों में निवेशित ऊर्जा की लगभग $\frac{1}{2}$ ऊर्जा संधारित्र शीत प्रणाली के द्वारा अपशिष्ट ऊष्मा के रूप में वाहर निकल जाती है। यह विकरित ऊष्मा निम्न स्तर की होती है और इसका व्यावसायिक एवं औद्योगिक क्षेत्र में उचित उपयोग नहीं कर सकते हैं। लेकिन इस विकरित अपशिष्ट ऊष्मा का कृषि कार्यों में सही ढंग से उपयोग कर सकते हैं।

उच्च तापमान का पौधों और फसलों की बढ़ोत्तरी पर ऋणात्मक प्रभाव पड़ता है। कृषि क्षेत्र में तापमान के प्रभाव को नियंत्रित कर फसल की गुणवत्ता, फसल उत्पादन में बढ़ोत्तरी एवं बीमारी और दीमक को घटाया जा सकता है। कम तापमान वाले क्षेत्रों में शक्ति संयंत्रों से निकले अपशिष्ट पानी का उपयोग फसलों को गर्म बनाये रखने में कर सकते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

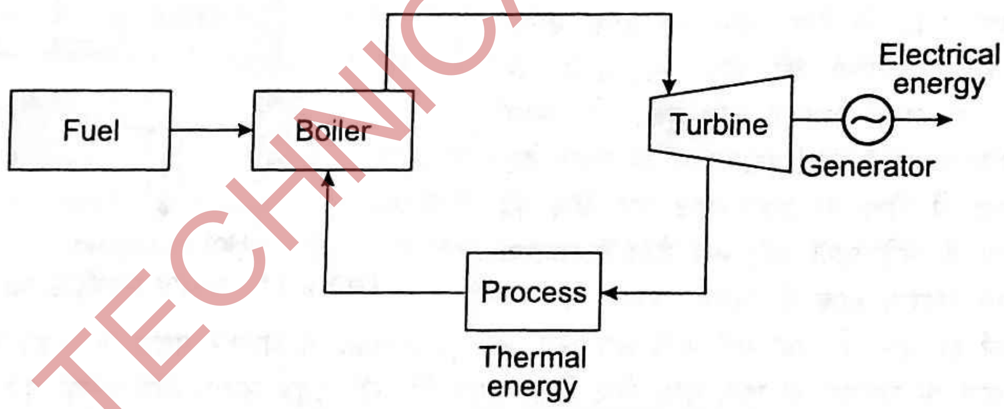
पौधों की पत्तियों पर बर्फ एकत्रीकरण को रोकने के लिए गर्म अपशिष्ट पानी का छिड़काव (spray) कर सकते हैं। खुले मैदान में कृषि करने की अपेक्षा हरित गृहों में सब्जियों को पैदा कर उत्पादन बढ़ा सकते हैं। हरित गृहों के उपयोग से वातावरण पर नियंत्रण कर सकते हैं।

शक्ति संयंत्रों के आस-पास वाले क्षेत्रों में अधिक-से-अधिक हरित गृहों का विकास कर सकते हैं। हरित गृहों के तापमान नियंत्रण के लिए बहुत अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। हरित गृहों से अनुकूलतम परिणाम के लिए इनका तापमान शक्ति संयंत्रों से निकले पानी के तापमान के बराबर होना चाहिए। इस तरह शक्ति संयंत्रों से निकली अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग किया जाता है। यही ऊर्जा संरक्षण है।

मुर्गी पालन (poultry) में बढ़ोत्तरी करने और खाने की क्षमता बढ़ाने के लिए अपशिष्ट ऊष्मा का उपयोग होता है। यह वातावरण के तापमान पर निर्भर करता है। अपशिष्ट ऊष्मा को जरूरत अनुसार उपयोग कर जानवरों को सुरक्षित रख सकते हैं। यह सब ठंडे क्षेत्रों के लिए ही उपयुक्त है।

सह उत्पादन (Cogeneration)

सह उत्पादन एक ऊर्जा दक्ष प्रौद्योगिकी है। यह ऊर्जा के प्राथमिक उपयोग को घटाता है। इस प्रकार ऊर्जा की लागत कम हो जाती है। सह उत्पादन ऊर्जा को दो भागों, ताप तथा वैद्युत में बाँटता है। अत: इसे संयुक्त ताप और शक्ति (combined heat and power, CHP) कहते हैं। ताप या यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग वैद्युत उत्पादन हेतु अल्टरनेटर चालन या विभिन्न उपयंत्रों, जैसे—मोटर, संपीडकों, पम्पों और पंखों के घूर्णन में होता है। तापीय ऊर्जा का उपयोग भाप उत्पन्न करने, गर्म पानी करने तथा ड्रायर के लिए गर्म हवा उत्पन्न करने में होता है। इस प्रकार सह उत्पादन एक ईंधन को दो और अधिक उपयोगी रूपों (forms) में परिवर्तित करने की विधि है।



चित्र 8.15 : सह उत्पादन प्रणाली

इसके कुछ उदाहरण निम्नलिखित हैं—

(i) कोयले की ऊर्जा बॉयलर में ताप के रूप में परिवर्तित होकर भाप पैदा करती है और इस भाप का उपयोग वैद्युत ऊर्जा उत्पादन एवं निर्माण प्रक्रिया में ऊष्मा प्रदान करने के लिए होता है।

(ii) गैस टरबाइन में गैस का उपयोग वैद्युत ऊर्जा उत्पादन में होता है। शेष बची हुई ऊष्मा का उपयोग ऊष्मा पुन: प्राप्ति हेतु बॉयलर में भाप उत्पन्न करने के लिए होता है। उत्पन्न भाप का पुन: उपयोग निर्माण प्रक्रियाओं में होता है।

अधिकांश औद्योगिक प्रक्रियाओं में, विशेषकर वैद्युत उत्पादन में प्रदाय किये गये निविष्ट ईंधन के 50% से भी ज्यादा ऊर्जा के भाग का उपयोग वातावरण में भाप, गैस या चिमनी द्वारा निष्कासित गैसों द्वारा होता है। अच्छी योजना और ऊष्मा पुन: प्राप्ति प्रणाली का उपयोग कर यही अपशिष्ट ऊष्मा का पुन: उपयोग विभिन्न प्रक्रियाओं में आवश्यक ऊष्मा देकर हो सकता है। अधिकांश उद्योगों में वैद्युत ऊर्जा और ताप दोनों की आवश्यकता होती है, अत: सह उत्पादन

AKC TECHNICAL CLASSES

इस प्रकार के उद्योगों के लिए ज्ञेय है। सह उत्पादन प्रणाली में ऊर्जा स्त्रोतों के अनुकूल उपयोग द्वारा दक्षता को 90% तक बढ़ाया जा सकता है।

सह उत्पादन प्रणाली तथा वैद्युत और ऊष्मा के अलग-अलग उत्पादन के अन्तर (difference) को ब्लॉक डायग्राम 8.16 और 8.17 में दर्शाया गया है।

वैद्युत और ऊष्मा के अलग-अलग उत्पादन में कुल दक्षता निम्नलिखित प्रकार से ज्ञात की जा सकती है—

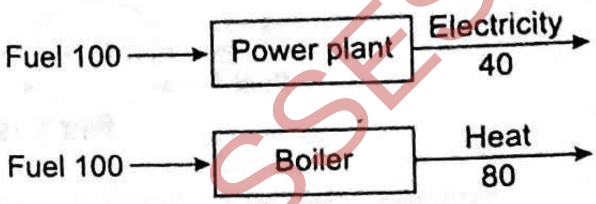
$$\eta = \frac{40 + 80}{200} \times 100$$

$$= 60\%$$

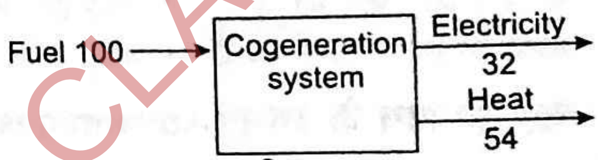
सह उत्पादन में कुल दक्षता निम्नलिखित प्रकार से ज्ञात की जा सकती है—

$$\eta = \frac{32 + 54}{100} \times 100$$

$$= 86\%$$



चित्र 8.16



चित्र 8.17

सह उत्पादन संयंत्र में निम्नलिखित चार मौलिक तत्व होते हैं—

(i) प्राइम मूवर (इंजन),

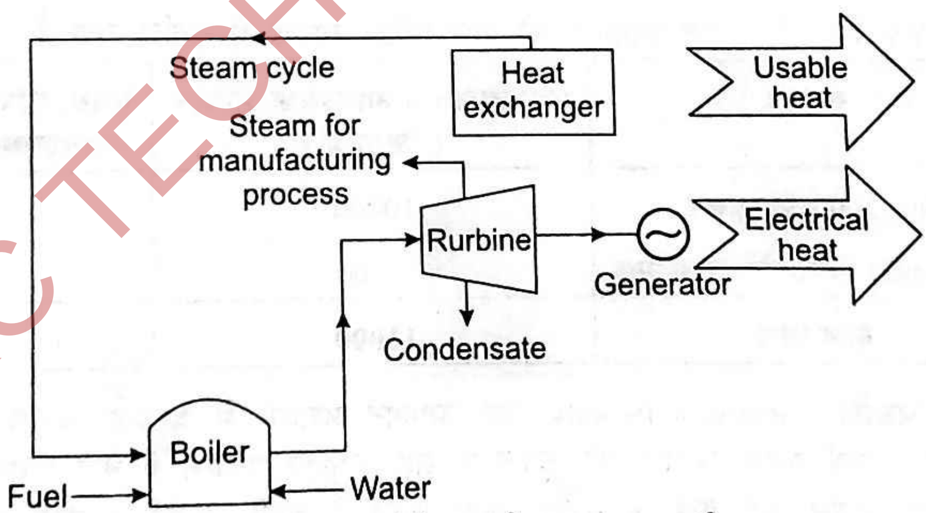
(ii) वैद्युत जनरेटर,

(iii) ऊष्मा पुन: प्राप्ति प्रणाली,

(iv) नियंत्रण प्रणाली।

उद्योगों में सह उत्पादन प्रणाली (Cogneration System in Industry)

सह उत्पादन की परिभाषा के अनुसार भाप और वैद्युत दोनों ही एक साथ उत्पन्न होते हैं। एक सह उत्पादन प्रणाली या तो संयंत्र के अन्दर ऊर्जा उत्पादन प्रणाली द्वारा या निष्कासित ऊष्मा उपयोग प्रणाली द्वारा उपयोगी होती है। चित्र 8.18 में उद्योगों में उपयोग की जाने वाले संयंत्र ऊर्जा उत्पादन प्रणाली को दर्शाया गया है।

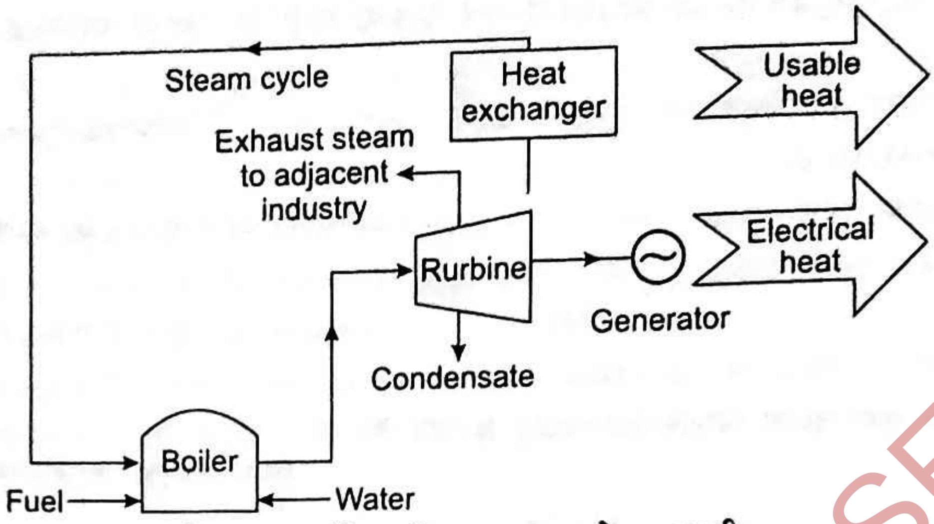


चित्र 8.18 : संयंत्र ऊर्जा उत्पादन प्रणाली

इस प्रणाली में बॉयलर उच्च तापमान और दाब पर भाप उत्पन्न करता है, जो कि टरबाइन की तरफ जाती है। इसके बाद विद्युत् उत्पन्न होती है। टरबाइन से निष्कासित भाप का प्रयोग ऊष्मा परिवर्तक (exchanger) द्वारा निर्माण प्रक्रिया में किया जाता है।

निष्कासित ऊष्मा उपयोग प्रणाली को चित्र 8.19 में दर्शाया गया है।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 8.19 : निष्कासित ऊष्मा उपयोग प्रणाली

निष्कासित ऊष्मा उपयोग प्रणाली के सभी कार्य संयंत्र ऊर्जा उत्पादन प्रणाली जैसे ही होते हैं, केवल इसमें टरबाइन से निष्कासित भाप का कुछ भाग निकटवर्ती जगह में स्थित उद्योग को निर्माण प्रक्रिया के लिए भेज दिया जाता है। इस प्रकार निष्कासित ऊष्मा का उपयोग शक्ति संयंत्र के द्वारा होता है।

सह उत्पादन के लाभ (Advantages of Cogeneration)

(i) कम पूँजी लागत (Low Capital Cost)—सह उत्पादन में ऊष्मा और ऊर्जा दोनों ही उत्पन्न होती हैं। समान मात्रा की ऊर्जा और ऊष्मा को उत्पन्न करने की पृथक प्रणाली की तुलना में सह उत्पादन में कम पूँजी की आवश्यकता होती है। किसी भी मौजूदा वॉयलर में विद्युत् उत्पादन के लिए श्रेणी को उच्च बनाना संभव होता है।

(ii) ईंधन बचत (Fuel Economy)—सह उत्पादन प्रणाली में उपभोग के प्राथमिक ईंधन (जैसे—कोयला, तेल, गैस) के बचत की बहुत अधिक संभावनाएँ मौजूद होती हैं। सह उत्पादन प्रणाली प्रक्रियाओं में आवश्यक विद्युत् और भाप की समान मात्रा में उत्पन्न करने में केवल 10% अतिरिक्त ईंधन की आवश्यकता होती है। इसके उदाहरण को निम्नलिखित सारणी में दर्शाया गया है—

क्र० सं०	सामग्री	सह उत्पादन में आवश्यक कोयला (किग्रा में)	पृथक भाप और ऊष्मा उत्पादन में आवश्यक कोयला (किग्रा में)
(i)	भाप 5000 किग्रा/माह	10000	10000
(ii)	विद्युत् 5000 किलोवाट आवर/माह	100	3750
	कुल योग	**11000**	**13750**

(iii) प्रक्रिया अवधि (Gestation Period)—सह उत्पादन प्रणाली में प्रक्रिया अवधि छोटी होती है। पृथक ऊष्मा और ऊर्जा संयंत्र स्थापना की तुलना में सह उत्पादन प्रणाली में कम समय की आवश्यकता होती है। प्रक्रिया अवधि कम होने के कारण ऋण ब्याज में कमी, लागत में तेजी आने की कम संभावना, सुविधा का जल्दी उपयोग होना, पूर्ण चालन लागत, पूँजी निवेशन की जल्दी वापसी होना आदि में कमी आती है।

(iv) ऊर्जा या विद्युत् के कटने और ऊर्जा प्रदाय के विघ्नों से बचत (Saving from Power Cuts and Power Supply Interruption)—विकासशील देशों में ऊर्जा या विद्युत् कटना एक गंभीर समस्या है। ऊर्जा कटने के कारण विकास की सभी क्रियाओं और उत्पादन पर बहुत भारी असर पड़ता है। प्रत्येक प्रणाली

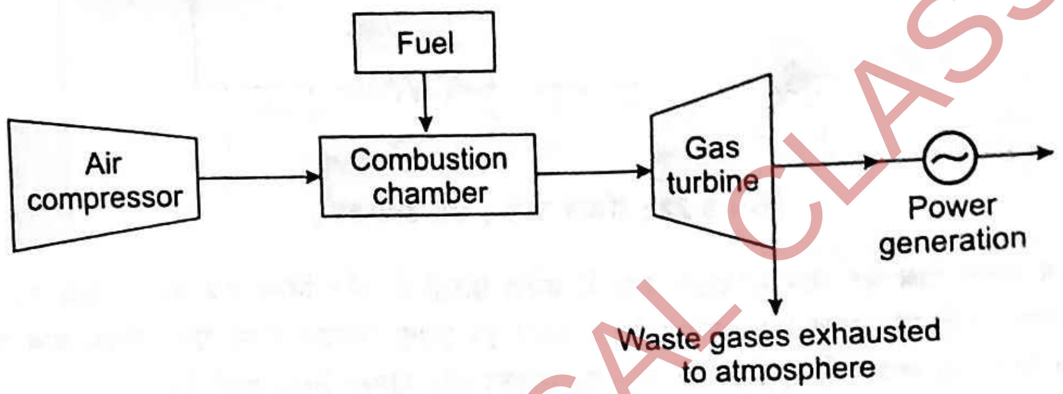
AKC TECHNICAL CLASSES

में ऊर्जा एक महत्वपूर्ण भाग होता है। सरकार को ऊर्जा उत्पादन और बचत को बढ़ाते रहना चाहिए। सह उत्पादन से राष्ट्र को बहुत सहायता मिलती है।

सह-उत्पादन में उपयोगी ऊष्मागतिकी के चक्र (Useful Cycle for Cogeneration)

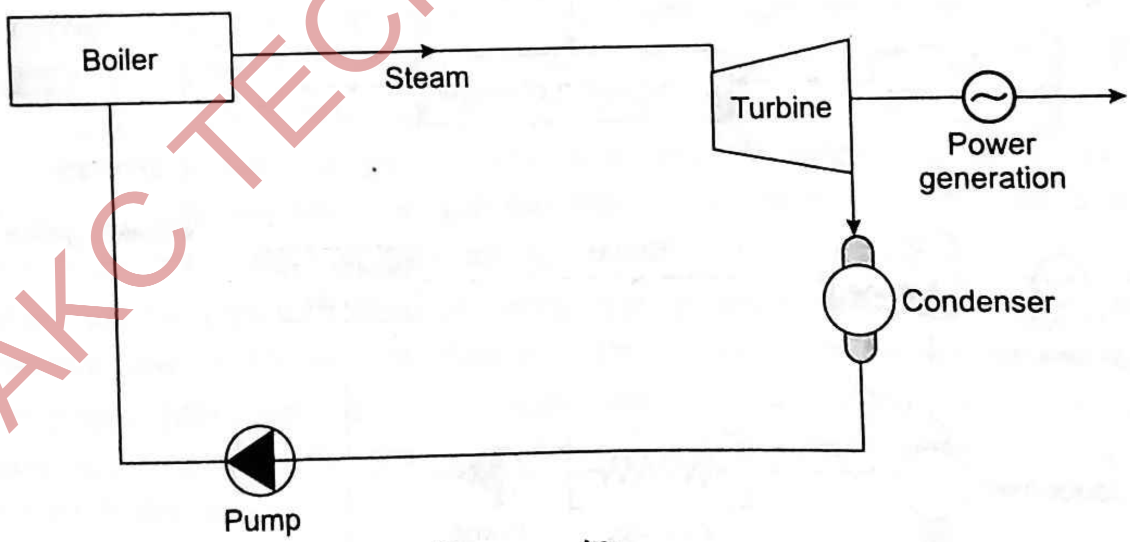
ऊष्मागतिकी के आधारभूत चक्र निम्नलिखित हैं—

(i) ब्रेटन चक्र (Brayton Cycle)—इस चक्र का उपयोग गैस टरबाइन संयंत्रों में होता है। इसके अन्तर्दहन कक्ष में ईंधन और वायु को जबरदस्ती अन्दर किया जाता है। इसी गैस और वायु के मिश्रण के कारण टरबाइन घूमने लगता है। यदि इस उच्च तापमान वाली अपशिष्ट (waste) गैस का पुनः उपयोग भाप उत्पन्न करने में हो तो यह क्रिया गैस टरबाइन सह उत्पादन प्रणाली कहलाती है।



चित्र 8.20 : ब्रेटन चक्र

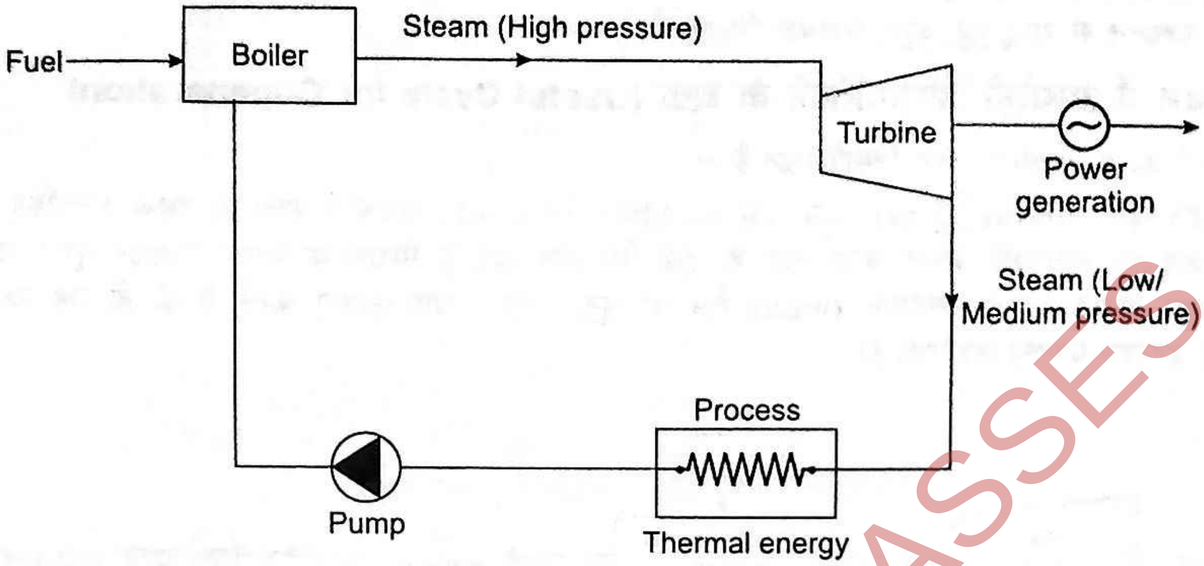
(ii) रैंकिन चक्र (Rankine Cycle)—इस चक्र का उपयोग भाप शक्ति संयंत्र के लिए होता है। यह एक साधारण मानक बॉयलर प्रणाली है। इसमें भाप का पूर्ण संघनन किया जाता है, फिर इसे बॉयलर की तरफ वापस पम्प द्वारा भेज दिया जाता है।



चित्र 8.17 : रैंकिन चक्र

पूर्ण भाप के संघनन के स्थान पर यदि भाप के वापस दाब का उपयोग किसी भी क्रिया में किया जाये तो इस प्रक्रिया को रैंकिन सह उत्पादन कहते हैं।

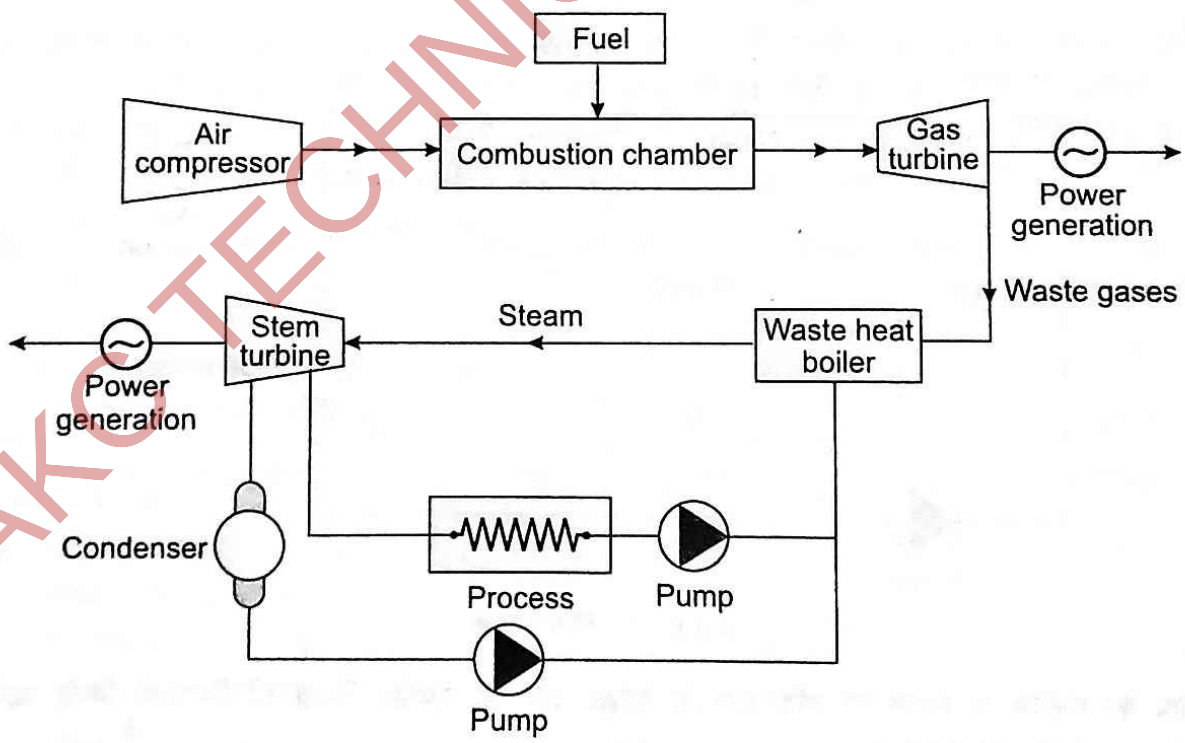
AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 8.22 : रैंकिन चक्र (सह उत्पादन)

इस प्रणाली में उच्च दाब पर भाप टरबाइन कक्ष में प्रवेश करती है और निम्न एवं मध्यम दाब पर फैल जाती है। ऊर्जा उत्पादन के लिए एन्थैल्पी अन्तर का उपयोग किया जाता है। इसके पश्चात् निम्न एवं मध्यम दाब भाप का किसी भी क्रिया में उपयोग किया जा सकता है। इसके बाद भाप की संघनन और पम्पिंग क्रिया होती है।

(iii) मिश्रित चक्र (Combined Cycle)—यह चक्र दोनों चक्रों का मिश्रित रूप है। इसमें पहले ब्रेटन चक्र कार्य करता है, उसके बाद रैंकिन चक्र। इसका उपयोग ऊर्जा उत्पादन के लिए होता है। इसे चित्र 8.23 में दर्शाया गया है जिससे मिश्रित चक्र की पूर्ण कार्यविधि ज्ञात होती है



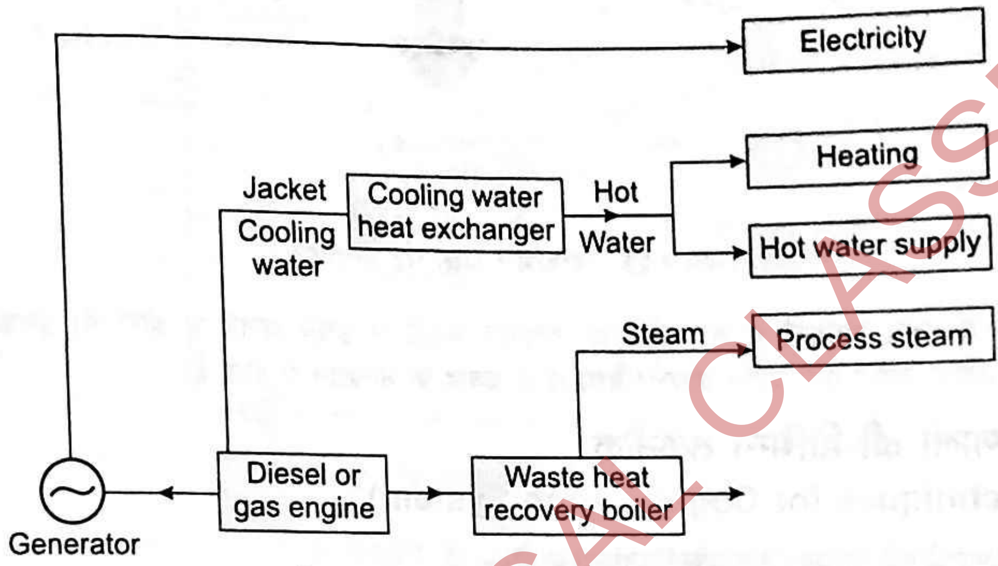
चित्र 8.23 : मिश्रित चक्र

सह-उत्पादन प्रणाली का वर्गीकरण (Classification of Cogeneration)

ऊर्जा उपयोग और परिचालन प्रणाली लागू होने के आधार पर सह उत्पादन प्रणाली को निम्नलिखित प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है—

(i) टॉपिंग चक्र सह उत्पादन संयंत्र (Topping Cycle Cogeneration Plant)

टॉपिंग चक्र में ईंधन का उपयोग पहले ऊर्जा उत्पादन में होता है, फिर बाद में इसका उपयोग यांत्रिक ऊर्जा उत्पादन में होने लगता है। यह एक लोकप्रिय विधि है।



चित्र 8.24 : टॉपिंग चक्र सह उत्पादन

टॉपिंग चक्र प्रणाली के अन्तर्गत आने वाली अन्य प्रणालियाँ निम्नलिखित हैं—

(अ) गैस टरबाइन और डीजल ईंधन पहले वैद्युत और यांत्रिक ऊर्जा का उत्पादन करते हैं, इसके बाद अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राति बॉयलर भाप का उत्पादन भाप टरबाइन के चालन में करता है। चूँकि यह एक मिश्रित चक्र है अत: इसे मिश्रित चक्र टॉपिंग प्रणाली कहते हैं।

(ब) एक भाप टरबाइन उच्च दाब भाप का उपयोग करके वैद्युत और यांत्रिक ऊर्जा का उत्पादन पहले करता है और फिर इसके बाद निम्न दाब वाली निष्कासित भाप का उपयोग अन्य प्रक्रियाओं में करता है। इसे भाप टरबाइन टॉपिंग प्रणाली या रैंकिन चक्र सह उत्पादन टॉपिंग प्रणाली कहते हैं।

(स) डीजल और गैस इंजन पहले वैद्युत और यांत्रिक ऊर्जा का उत्पादन करते हैं और इसके बाद इंजन द्वारा निष्कासित ऊष्मा का परिवर्तन अन्य प्रक्रियाओं में भाप को और अधिक गर्म करने में होता है।

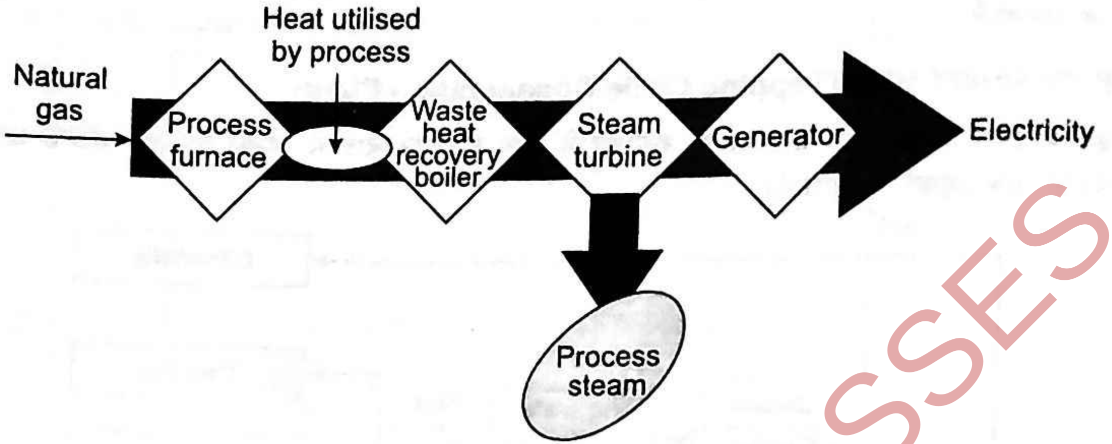
(द) गैस टरबाइन टॉपिंग प्रणाली में भाप का उपयोग जनरेटर के चालन में वैद्युत उत्पादन हेतु होता है, फिर इसके बाद ऊष्मा पुन: प्राप्ति बॉयलर द्वारा निष्कासित गैसों का प्रयोग भाप क्रिया और ऊष्मा क्रिया के उत्पादन में होता है।

(ii) बॉटमिंग चक्र सह उत्पादन संयंत्र (Bottoming Cycle Cogeneration Plant)

बॉटमिंग चक्र में प्राथमिक ईंधन, उच्च तापमान और उच्च दाब तापीय ऊर्जा का उत्पादन करते हैं और इसके बाद निष्कासित गैस का उपयोग ऊष्मा पुन: प्राप्ति बॉयलर द्वारा भाप उत्पन्न करने में होता है। भाप टरबाइन ऊर्जा का उत्पादन करती है।

बाटॅमिंग चक्र का उपयोग वहाँ उचित होता है, जहाँ निर्माण प्रक्रियाओं को बहुत उच्च तापमान की आवश्यकता हो और उच्च तामपान पर ही ये प्रक्रियाएँ ऊष्मा निष्कासित करती हों। सीमेन्ट, स्टील, सिरेमिक, गैस और पेट्रोरसायन उद्योग

में उच्च तापमान पर भट्टियों और चिमनियों का उपयोग होता है इसलिए यहाँ पर बॉटमिंग चक्र का उपयोग किया जाता है।



चित्र 8.25 : बॉटमिंग चक्र सह उत्पादन

बॉटमिंग चक्र में उच्च तापमान वाली ऊष्मा का उत्पादन भट्टी में ईंधन जलने से होता है। इसके बाद अपशिष्ट गैसों का उपयोग अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति बॉयलर द्वारा ऊर्जा प्रवाह के उत्पादन में होता है।

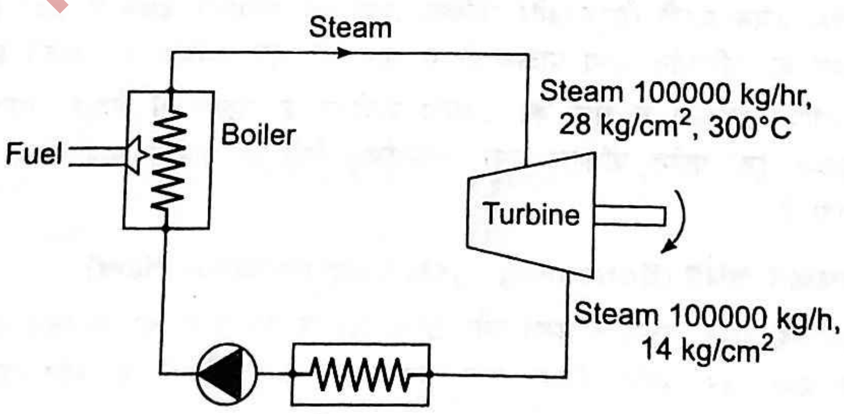
सह उत्पादन प्रणाली की विभिन्न तकनीक (Different Techniques for Cogeneration System)

सह उत्पादन प्रणाली की विभिन्न तकनीकें निम्नलिखित हैं—

(i) भाप टरबाइन प्रणाली (Steam Turbine System)

इस प्रणाली में बॉयलर भाप टरबाइन, जनरेटर और अन्य सहायक उपकरणों का उपयोग होता है। इस प्रणाली में तेल, प्राकृतिक गैस, कोयला, लकड़ी और अन्य सदृश (similar) पदार्थों का उपयोग ईंधन के रूप में किया जाता है। इसमें दो प्रकार की भाप टरबाइनें होती हैं जो कि निम्नलिखित हैं—

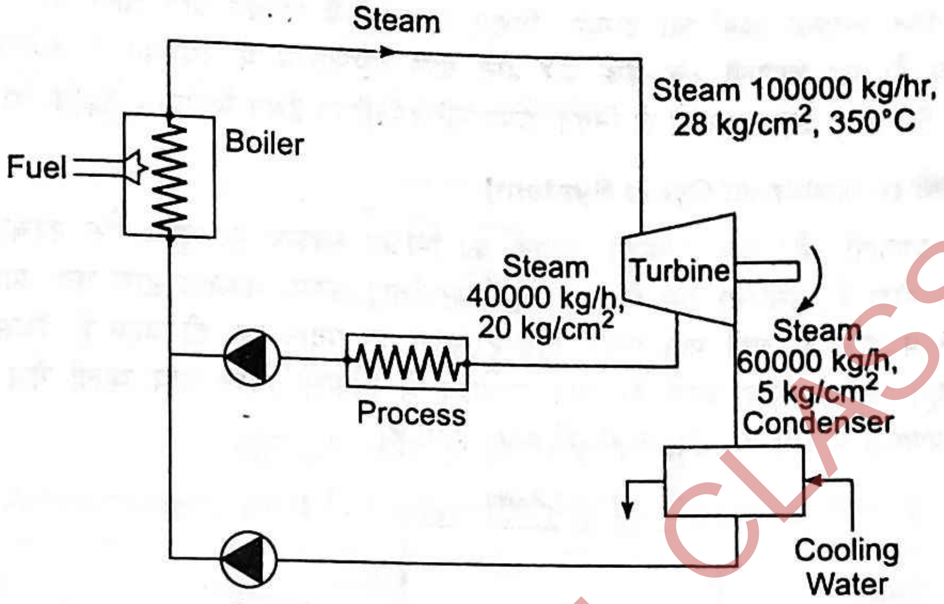
(अ) **वापसी दाब टरबाइन** (Back Pressure Turbine)—वापसी दाब टरबाइन प्रणाली में उच्च तापमान पर भाप नोजल के द्वारा टरबाइन कक्ष में प्रवेश करती है, जहाँ पर यह निम्न तथा मध्यम दाब पर फैल जाती है, यहाँ तापीय ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होती है। एन्थैल्पी में परिवर्तन का उपयोग शक्ति उत्पादन और उपयुक्त कार्य (घूर्णी ब्लेडों द्वारा यांत्रिक शक्ति निर्गत) के लिए होता है।



चित्र 8.26 : वापसी दाब टरबाइन

AKC TECHNICAL CLASSES

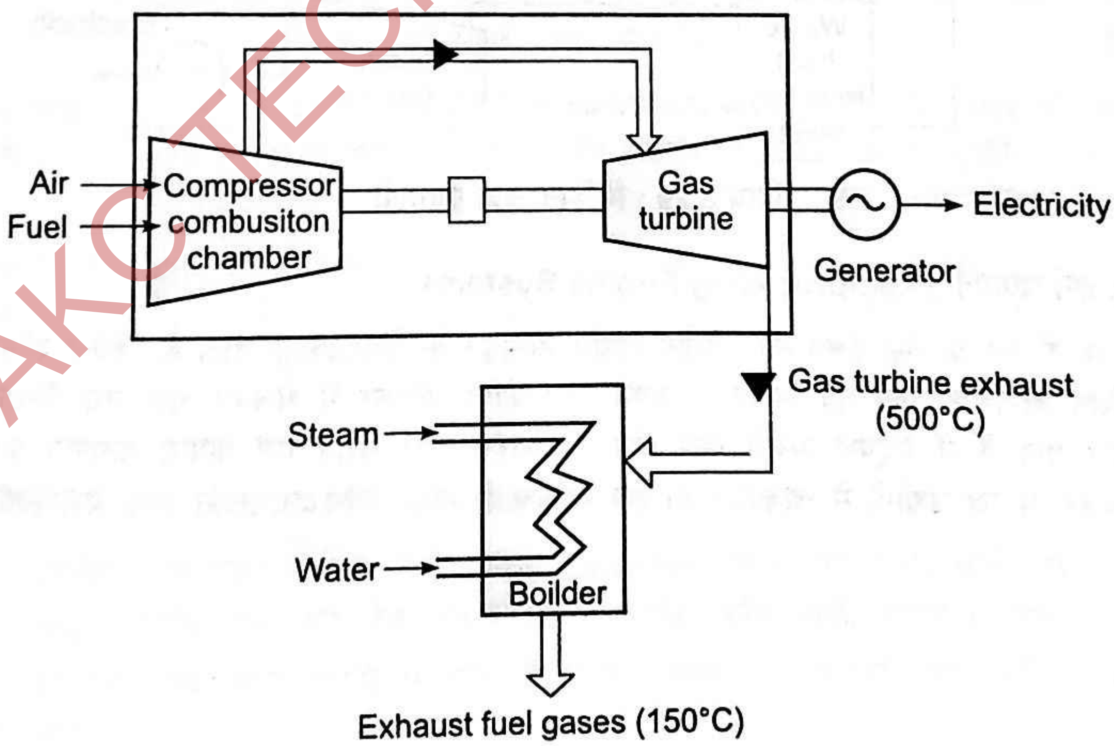
(ब) निष्कर्षण-संघनित टरबाइन (Extraction-condensing Turbine)—निष्कर्षण-संघनित टरबाइन प्रणाली में उच्च दाब पर भाप टरबाइन कक्ष में प्रवेश करती हुई बाहर निकल जाती है। भाप का कुछ अंश मध्यवर्ती दाब (मध्यम और निम्न) पर टरबाइन द्वारा उपयोग होता है। शेष भाप तब तक लगातार फैलती रहती है जब तक कि वह संघनन दाब पर नहीं आ जाती।



चित्र 8.27 : निष्कर्षण-संघनित टरबाइन

इस प्रणाली का मुख्य लाभ ईंधन में लचीलापन है। इसमें विभिन्न प्रकार के ईंधन का इस्तेमाल कर सकते हैं, जैसे—प्राकृतिक गैस, ईंधन तेल, बायोमास, कोयला और परंपरागत ईंधन। इस प्रणाली का उचित उपयोग वहाँ होता है, जहाँ लगातार ऊर्जा माँग की आवश्यकता होती है। इस प्रणाली में सल्फर डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन के ऑक्साइडों तथा उड़ने वाले कणों के कारण प्रदूषण बढ़ता है।

(ii) गैस टरबाइन प्रणाली (Gas Turbine System)



चित्र 8.28 : गैस टरबाइन सह उत्पादन प्रणाली

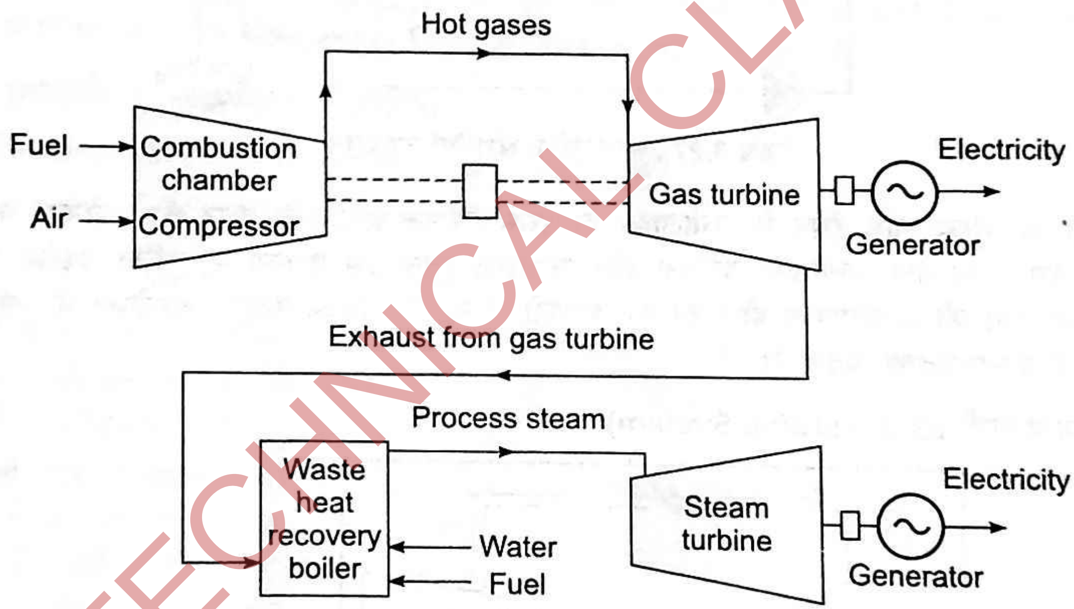
AKC TECHNICAL CLASSES

गैस टरबाइन के मुख्य भाग संपीडक, अन्तर्दहन कक्ष, गैस टरबाइन और जनरेटर हैं। इसका उपयोग 100 MW क्षमता वाले संयंत्रों में होता है। प्राकृतिक गैस, हल्के ईंधन तेल और डीजल का उपयोग ईंधन की तरह होता है। संपीडकों द्वारा वायु को संपीडित किया जाता है। ईंधन तथा संपीडित वायु को अन्तर्दहन कक्ष में भेजा जाता है, जहाँ इसके ज्वलन से संपीडित वायु का तापन होता है।

गैस टरबाइन से प्राप्त यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग विद्युत् उत्पादन में प्रयुक्त होने वाले पम्पों, संपीडकों, ब्लोअरों आदि के चालन में होता है। यह प्रणाली रुक-रुक कर होने वाले परिचालन में उपयुक्त है क्योंकि यह चालू होने में बहुत ही कम समय लेती है। अगर आवश्यक हो तो निर्गत ऊष्मा को अतिरिक्त ईंधन मिलाकर बढ़ाया जा सकता है।

(iii) मिश्रित चक्र प्रणाली (Combined Cycle System)

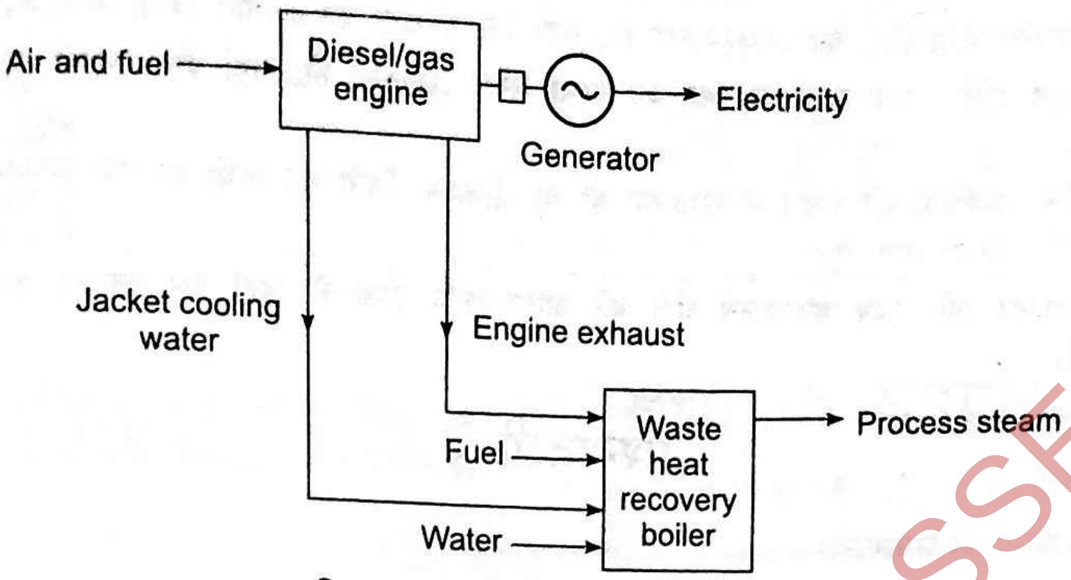
यह भाप टरबाइन प्रणाली और गैस टरबाइन प्रणाली का मिश्रित स्वरूप है। चूँकि गैस टरबाइन से निकली व्यर्थ गैस का तापमान अधिक होता है, इसलिए गर्म गैसों से ऊर्जा अपशिष्ट ऊष्मा बॉयलर द्वारा पुनः प्राप्त होती है, जिसका उपयोग भाप के उत्पादन में होता है। यही भाप वापस दाब टरबाइन को प्रदान कर दी जाती है, जिससे अन्य अल्टरनेटर चलने लगते हैं जो विद्युत् का उत्पादन करते हैं। भाप टरबाइन से निकली निम्न दाब वाली गैस का प्रयोग भाप के उत्पादन में होता है। इस प्रणाली में लगभग 35% ऊर्जा की बचत होती है।



चित्र 8.29 : मिश्रित चक्र प्रणाली

(iv) प्रत्यागामी इंजन प्रणाली (Reciprocating Engine System)

इस प्रणाली में डीजल या गैस इंजन का उपयोग विद्युत् उत्पादन के लिए किया जाता है। जैकेट शीतलन पानी और इंजन द्वारा निष्कासित अपशिष्ट भाप को अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति बॉयलर में भेजकर भाप तथा विद्युत् का उत्पादन किया जाता है। इस प्रणाली में प्रदूषण सबसे कम होने के कारण और वैद्युत एवं तापीय उत्पादन क्षमता का उच्च अनुपात होने की वजह से यह उद्योगों में लोकप्रिय है। इस प्रणाली में विद्युत् उत्पादन लागत अन्य प्रणालियों की तुलना में अधिक होती है।



चित्र 8.30 : प्रत्यागामी इंजन प्रणाली

सह-उत्पादन के लाभ व हानि
(Advantages and Disadvantages of Cogeneration)

क्र० सं०	प्रणाली	लाभ	हानि
(i)	भाप प्रणाली	ईंधन में लचीलापन अधिक होता है।	इस प्रणाली में प्रदूषण अधिक होता है। इसमें उच्च पूँजी निवेश होता है। यह प्रणाली केवल लगातार ऊर्जा माँग में प्रयुक्त होती है।
(ii)	गैस टरबाइन प्रणाली	इसे चालू करने में कम समय लगता है जिसके कारण यह रुक-रुक कर होने वाले परिचालन मे उचित होती है। इसका संयंत्र साधारण होता है। इसमें कम पूँजी निवेश तथा कम सिविल निर्माण होता है। इसमें ईंधन की अच्छी दक्षता होती है।	इसमें भाप टरबाइन की तुलना में अधिक अनुरक्षण की आवश्यकता होती है। इसकी उपयोगिता सीमित होती है क्योंकि इसमें निम्न स्तर का ईंधन उपयोग होता है।
(iii)	मिश्रित चक्र प्रणाली	इसमें उच्च दक्षता, निम्न पूँजी निवेश, कम प्रक्रिया अवधि, एकदम चालू व बंद होने के गुण होते हैं।	इसमें अधिक रख-रखाव की आवश्यकता होती है। इसमें ईधन की गुणवत्ता कम होती है जिसके कारण इसका सीमित उपयोग होता है।
(iv)	प्रत्यागामी इंजन प्रणाली	इसमें प्रदूषण सबसे कम होता है। इसमें विद्युत और तापीय उत्पादन क्षमता का अनुपात उच्च होता है। इसमें निर्माण की आवश्यकता कम होती है।	अन्य प्रणालियों की अपेक्षा इस प्रणाली में उत्पादन लागत अधिक होती है। इसमें अनुरक्षण की अधिक आवश्यकता होती है। इसमें निम्न (low) ताप पर भाप उत्पन्न होती है।

सह-उत्पादन का उपयोग (Uses of Cogeneration)

(i) इसका उपयोग ऊर्जा गहन उद्योगों, जैसे—खाद्य (fertilizer), पल्प और पेपर, चीनी, खाद्य संसाधन (food processing), औषधि रिफाइनरी, टेक्सटाइल, स्टील, सीमेंट, काँच आदि उद्योग में होता है।

(ii) इसका उपयोग ऊर्जा गहन भवनों में होता है, जैसे—अस्पतालों, होटलों, व्यावसायिक भवनों, संस्थागत भवनों आदि।

(iii) जहाँ ग्रिड वैद्युत ऊर्जा की लागत अधिक होती है या ग्रिड पहुँच से बाहर हो, वहाँ सह उत्पादन प्रणाली का उपयोग होता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iv) जहाँ विश्वसनीय प्रणाली की आवश्यकता हो, वहाँ इस प्रणाली का उपयोग किया जाता है।

(v) जहाँ वैद्युत और ऊष्मा ऊर्जा के भार का ढांचा स्थिर (stable) हो, वहाँ इस प्रणाली का उपयोग किया जाता है।

(vi) जहाँ जीवाश्म ईंधनों की बचत में संभावना हो या जीवाश्म ईंधनों की कमी हो गयी हो, वहाँ इस प्रणाली का उपयोग किया जाता है।

(vii) जहाँ लगातार और लंबे परिचालन घंटों की आवश्यकता होती है, वहाँ इस प्रणाली का उपयोग किया जाता है।

प्रश्नावली

1. अपशिष्ट ऊष्मा को समझाइये।
2. अपशिष्ट ऊष्मा का वर्गीकरण तथा उपयोगों को लिखिये।
3. अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के लाभ व उपयोगों को लिखिये।
4. अपशिष्ट ऊष्मा पुनः प्राप्ति के उपकरणों को लिखिये।
5. विभिन्न प्रकार के रिक्यूपरेटरों को समझाइये।
6. रिक्यूपरेटर व पुनर्योजक में अन्तर बताइये।
7. ऊष्मा पहिए, ऊष्मा पाइप व मितोषयोजित्र को समझाइये।
8. सह उत्पादन को समझाइये।
9. सह उत्पादन के लाभों को लिखिए।
10. सह उत्पादन प्रणाली का वर्गीकरण कीजिए।
11. सह उत्पादन प्रणाली की विभिन्न तकनीकों को समझाइये।
12. सह उत्पादन के लाभ व हानियों को लिखिये।
13. अपशिष्ट ऊष्मा का कृषि में उपयोग को समझाइये।

AKC TECHNICAL CLASSES

9

ऊर्जा बचत के सामान्य उपाय (General Energy Saving Tips)

लाइटिंग (Lighting)

(i) उपयोग न होने पर बिजली बंद कर दें।
(ii) दिन में सूर्य की रोशनी में काम करें। हल्के पर्दे व दीवारों का रंग हल्का रखें। ऐसा करने से कम वाट के प्रकाशिक उपकरणों से कमरे को उपयुक्त रूप से प्रकाशित किया जा सकता है।
(iii) बल्ब व ट्यूबलाइट की धूल को साफ करते रहना चाहिए ताकि इनकी प्रदीप्ति को बनाए रखा जा सके।
(iv) साधारण 100 वाट के बल्ब के स्थान पर CFL का उपयोग करके लगभग 80% तक ऊर्जा की बचत की जा सकती है। यह साधारण बल्ब से अधिक (8 गुना) चलती है।
(v) पारम्परिक कॉपर चोक के स्थान पर इलेक्ट्रॉनिक चोक का पयोग करें।

पंखे (Fans)

(i) छतों के पंखों के लिए पुराने रेग्युलेटरों के स्थान पर इलेक्ट्रॉनिक रेग्युलेटरों का प्रयोग करें।
(ii) अधिक ऊंचाई होने पर छतों के पंखे (ceiling fan) की बजाय एग्जास्ट पंखे (exhaust fan) का प्रयोग करें।
(iii) पंखों के ब्लेड नियमित रूप से साफ करते रहना चाहिए व समय-समय पर स्नेह, ऑयलिंग करते रहना चाहिए।

इलेक्ट्रॉनिक आयरन (Electronic Iron)

(i) स्वचालित तापमान कट ऑफ (automatic temperature cut off) वाले आयरन बॉक्स का चयन करें।
(ii) आयरन करने हेतु उपयुक्त रेग्युलेटर की स्थिति का प्रयोग करें।
(iii) आयरन करते समय कपड़ों पर अधिक पानी न छिड़कें।
(iv) गीले कपड़ों पर प्रेस न करें।

AKC TECHNICAL CLASSES

मिक्सर, माइक्रोवेव व इलेक्ट्रिक/गैस स्टोव
(Mixer, Microwave and Electric/Gas Stove)

(i) मिक्सर व ग्राइन्डर में सूखी चीजों को अधिक न पीसें। ये आर्द्र (liquid) चीजों की अपेक्षा पीसने में अधिक समय लेते हैं।

(ii) माइक्रोवेव कन्वेंशनल (conventional) इलेक्ट्रिक/गैस स्टोव की बजाय 50% कम ऊर्जा की खपत करते हैं।

(iii) खाद्य वस्तुओं को अधिक बेक (bake) न करें।

(iv) यदि आप ब्रेड या पेस्ट्री को बेक करते हैं तो ओवन को पूर्व-तप्त (Pre heat) करने की कोई आवश्यकता नहीं होती है।

(v) खाद्य सामग्री को देखने के लिए ओवन का दरवाजा बार-बार न खोलें क्योंकि प्रत्येक बार खोलने में 25°C ताप गिर जाता है।

(vi) खाना पकने के निर्धारित समय से कुछ मिनट पहले ही इलेक्ट्रिक स्टोव को बंद कर दें।

(vii) समतल पैंदे के पैन (flat-bottomed pans) का प्रयोग करें क्योंकि ये पूरी तरह से क्वायल (coil) के सम्पर्क में रहते हैं।

(viii) गैस के बर्नर पर खाना पकाते समय आंच (flame) को मध्यम रखें, इससे काफी LPG संरक्षित रहती है।

(ix) यदि नीली ज्वाला (blue flame) निकल रही है तो इसका अर्थ है आपकी गैस दक्षतापूर्वक काम कर रही है।

(x) पीली ज्वाला दर्शाती है कि आपके बर्नर को सफाई की आवश्यकता है।

(xi) अधिकतर प्रेशर कुकर का उपयोग करें।

(xii) खाना पकाते समय खाना ढककर गर्म करें।

(xiii) फ्रिज से निकाली गई सामग्री को कमरे के ताप के बराबर आने पर ही गर्म करें।

(xiv) खाना पकाने के लिए सौर कुकर व पानी गर्म करने के लिए गीजर के स्थान पर सौर वाटर हीटर का प्रयोग कर बहुमूल्य ऊर्जा का संरक्षण कर राष्ट्र-हित में भागीदार बनना चाहिए। यदि गीजर का प्रयोग करें तो कम समय के लिए करें। इस हेतु थर्मोस्टेट व टाईमर के तापमान सैटिंग का विशेष ध्यान रखें।

इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस, कम्प्यूटर (Electronic Devices, Computers)

(i) TV, म्यूजिक सिस्टम, टेप रिकॉर्डर, कम्प्यूटर आदि को स्टैण्ड बाई (stand by) मोड में न रखें। एक TV को स्टैण्ड बाई मोड में रखने पर एक वर्ष में 70 यूनिट बिजली खर्च होती है।

(ii) यदि आप कम्प्यूटर चालू रखना चाहते हैं और मॉनीटर का कोई उपयोग नहीं हो रहा हो तो मॉनिटर को बंद कर दें क्योंकि वह अकेली युक्ति आधी से अधिक सिस्टम की ऊर्जा का उपयोग करती है।

(iii) मोबाइल, लैपटॉप, डिजिटल कैमरा आदि के चार्जरों को प्लग में से निकाल कर रखें, अन्यथा ये लगे रह जाने पर पावर खींचते रहते हैं और शीघ्र ही खराब हो जाते हैं।

(iv) स्क्रीन सेवर (screen saver) कम्प्यूटर की स्क्रीन को बचाता है न कि ऊर्जा। प्रयोग में न आने पर कम्प्यूटर शट डाउन कर अतिरिक्त ऊर्जा को बचाया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

रेफ्रिजरेटर (Refrigerator)

(i) फ्रिज व फ्रीजर को नियमित रूप से डीफ्रोस्ट (defrost) करें। ऐसा करने से मोटर को चालू रखने के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा में वृद्धि की जा सकती है।

(ii) दीवार तथा फ्रिज के मध्य स्थान पर्याप्त होना चाहिए ताकि फ्रिज के चारों ओर वायु आसानी से परिसंचारित हो सके।

(iii) फ्रिज या फ्रीजर को अत्यधिक ठण्डा न रखें।

(iv) यह सुनिश्चित कर लें कि आपके फ्रिज के दरवाजे की सील वायुकरन (airtight) है या नहीं।

(v) फ्रिज में रखी जाने वाली सामग्रियों को ढककर रखें। बिना ढके खाने की नमी निकल जाती है व कम्प्रेशर को अधिक कार्य करना पड़ता है।

(vi) फ्रिज के दरवाजे को बार-बार न खोलें।

(vii) फ्रिज के दरवाजे को अधिक समय तक खुला न छोड़ें।

(viii) अत्यधिक गर्म खाद्य सामग्री सीधे ही फ्रिज में न रखें।

(ix) फ्रीजर को हमेशा भरा रखें। इससे फ्रिज दक्षतापूर्वक काम करता है और बिजली की बचत होती है।

(x) फ्रिज के पीछे लगी कूलिंग क्वायल पर जमी धूल के कारण इसकी क्षमता घट जाती है जिससे मीटर को बहुत अधिक कार्य करना पड़ता है। इससे विद्युत व्यय बढ़ता है। प्रत्येक घर में वार्षिक विद्युत खपत का 25% फ्रिज द्वारा खर्च होता है।

वाशिंग मशीन (Washing Machine)

(i) जल की अनुकूल मात्रा का उपयोग करें।

(ii) ऊर्जा बचाने के लिए ट्राइमर सुविधा का प्रयोग करें।

(iii) डिटरजेंट की उचित मात्रा का प्रयोग करें।

(iv) अधिक गंदे कपड़ों के लिए ही गर्म पानी का प्रयोग करें।

(v) इलेक्ट्रॉनिक ड्रायर की बजाय सूर्य के ताप में ही कपड़ों को सुखाएँ।

वातानुकूलन (Air Conditioner)

(i) स्वचालित तापमान कटऑफ का AC प्रयोग करें।

(ii) रेग्युलेटर को "low cool" स्थिति में रखें।

(iii) खिड़की व दरवाजों को ठीक तरह से बंद रखें।

(iv) AC व खिड़की के मध्य वायु के आवागमन के लिए पर्याप्त स्थान रखें।

(v) गर्मियों में जहां तक हो सके थर्मोस्टेट को अधिक रखें। बाहरी तथा भीतरी ताप में जितना कम अन्तर होगा, ऊर्जा की खपत भी उतनी ही कम होगी।

(vi) अपने AC थर्मोस्टेट के निकट TV या लैम्प न रखें।

(vii) AC के निकट पौधे रोपें लेकिन ध्यान रहे कि वायु का प्रवाह न रुके। इससे 10% विद्युत कम खर्च होती है। सारणी 9.1 में घरों में प्रयुक्त होने वाले विभिन्न साधनों द्वारा ऊर्जा खपत को दर्शाया गया है।

AKC TECHNICAL CLASSES

सारणी 9.1

साधन	रेटिंग (वाट)	परिचालन (घंटा/दिन)	यूनिट प्रति माह
इनकैंडेसेन्ट बल्ब	40	6	7
फ्लोरोसेन्ट ट्यूबलाइट	40	10	12
रात्रि लैम्प	15	10	4.5
मच्छर विकर्षक	5	10	1.5
पंखे	60	15	27
वायु शीतलन	175	8	42
वातानुकूलन	1500	6	270
रेफ्रिजरेटर	225	15	101
मिक्सर/ब्लेंडर	450	1	13.5
टोस्टर	800	0.5	12
हॉट प्लेट	1500	0.5	22.5
ओवन	1000	1	30
विद्युत केतली	1500	1	45
विद्युत आयरन	1500	1	45
वाटर हीटर-इंस्टेंट प्रकार Type (1-2 Ltr क्षमता)	3000	1	90
वाटर हीटर-भंडारण प्रकार Type (10-20 Ltr क्षमता)	2000	1	60
इमर्शियन रॉड	1000	1	30
वैक्यूम क्लीनर	700	0.5	11
वाशिंग मशीन	300	1	9
पानी का पम्प	750	1	22.5
टी०वी०	100	10	30
ऑडियो सिस्टम	50	2	3

पानी हीटर (Water Heater)

1. थर्मोस्टेट के द्वारा कम तापमान रखें ताकि हीटर व पाइप में गंदगी के कारण जंग न लगे।
2. टैंक को इन्सूलेट करें ताकि टैंक में पानी गर्म रहे।
3. हीट फंदे का उपयोग करें ताकि गर्म पानी व हीट बाहर न जाये।
4. ठण्डा पानी उपयोग करें जिससे ऊर्जा बचेगी।
5. लीक जोड़ों की मरम्मत करें ताकि गर्म पानी खराब न हो।
6. टैंक की सफाई या पानी को निकालें ताकि कीचड़ के बने रहने से ऊष्मा ट्रांसफर नहीं होगी तथा दक्षता भी कम होगी।
7. टाइमर लगायें ताकि हीटर लगातार न चले।
8. पाइप को भी इन्सूलेट करें ताकि ऊष्मा की क्षति न हो।
9. पुराने उपकरण को बदलकर नया लगायें।

AKC TECHNICAL CLASSES

कुकिंग (Cooking)

1. सही साइज के बर्तन व पैन का उपयोग करें।
2. सही उपकरण को चुनें।
3. अपने स्टोव टॉप को साफ रखें।
4. कुकिंग टाइम को कम करें।
5. अच्छी क्वालिटी के बर्तन खरीदें।
6. ज्यादा खाना बनायें।
7. कुकिंग टिप्स का उपयोग करें।
8. बर्तन के ढक्कन का उपयोग करें।
9. बचे हुए खाने को माइक्रोवेव में गर्म करें।
10. साधारण खाना बनायें।

पानी का पम्प (Water Pump)

1. उपयोग के लिये सही पंप का चयन करें।
2. सही साइज के पंप का उपयोग करें।
3. सही ट्रिम का उपयोग करें ताकि कंट्रोल वाल्व पर होने वाले ह्रास से बचा जा सके।
4. दाब ह्रास कम होना चाहिए।
5. सही साइज का कंट्रोल वाल्व होना चाहिए।
6. चर गति चालन (VSD) का उपयोग करना चाहिए ताकि कम ऊर्जा लगे।
7. पम्प का रखरखाव सही होना चाहिए।
8. अधिक दक्षता वाले पम्प का उपयोग करना चाहिए ताकि कम ऊर्जा लगे।
9. कई पंपों का उपयोग करें, ऊर्जा बचेगी।
10. अनावश्यक उपयोग न करें।
11. उचित पंप सील का उपयोग करें।

यातायात (Transport)

यातायात के क्षेत्रों द्वारा बहुत बड़ी मात्रा में ईंधन का उपयोग होता है। उचित अनुरक्षण और वाहन की समस्वरिता (tuning), उचित गति एवं अनुरक्षित चालन (driving) द्वारा बहुत बड़ी मात्रा में ईंधन की बचत की जा सकती है। इसी प्रकार अच्छी सड़कें (roads), अबाधित यातायात और अधिक ऊर्जा दक्ष अभिकल्पनों के विकास के द्वारा बहुत हद तक ऊर्जा खपत में कमी हुई है। यातायात प्रणाली दक्ष होने के कारण जनता ने व्यक्तिगत यातायात में कमी की है, जो कि ऊर्जा संरक्षण में सहायक है। यातायात के विभिन्न क्षेत्रों में ऊर्जा संरक्षण के उपाय निम्नलिखित हैं—

वाहन चलाने के क्षेत्र में ऊर्जा संरक्षण (Energy Conservation in Driving Areas)—वाहन चलाने के क्षेत्र में ऊर्जा संरक्षण के उपाय निम्नलिखित हैं—

(अ) ईंधन खपत को अनुकूल रखने के लिए कार की अधिकतम गति 50 से 60 किमी प्रति घंटे के बीच में बनाए रखनी चाहिए। अधिकतम ऊर्जा को प्राप्त करने के लिए हमेशा गाड़ी को प्रथम गियर से चालू करना चाहिए। सही गति प्राप्त होने पर गियर बदलना चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

(ब) ईंधन खपत और बैटरी अपव्यय को रोकने के लिए गाड़ी को अचानक चालू और बन्द नहीं करना चाहिए।

(स) ब्रेकिंग के बाद गाड़ी को दुबारा गति देने के लिए प्रथम गियर का उपयोग नहीं करना चाहिए। इसमें गति के अनुसार द्वितीय या तृतीय गियर का उपयोग करना चाहिए। जहाँ तक संभव हो ब्रेक धीरे-धीरे (gradually) लगाने चाहिए। गति को कम गियर पर परिवर्तित कर ब्रेक का उपयोग करना चाहिए। गाड़ी को चालू करने के लिए कम से कम क्रम वाला गियर होना चाहिए।

(द) चौक का इस्तेमाल आवश्कय होने पर ही करना चाहिए। जैसे ही इंजन चालू हो तुरन्त चौक को बन्द कर देना चाहिए। जब गाड़ी चालू करने में कोई दिक्कत आ रही हो तो क्लच को दबाकर इंजन चालू करना चाहिए। इससे इंजन पर भार नहीं पड़ता। गियर बदलने के बाद क्लच को पूर्ण रूप से छोड़ देना चाहिए। गाड़ी चलते समय अगर क्लच थोड़ा सा भी दबा रह जाता है तो क्लच घिसने लगता है और ईंधन की खपत अधिक होती है।

प्रश्नावली

1. लाइटिंग में ऊर्जा बचत के उपायों को समझाइये।
2. इलेक्ट्रॉनिक आयरन में ऊर्जा बचत के उपायों को लिखिये।
3. मिक्सर, माइक्रोवेव व इलेक्ट्रिक/गैस स्टोव में ऊर्जा बचत के उपायों को समझाइये।
4. इलेक्ट्रॉनिक डिवाइस, कम्प्यूटर में ऊर्जा बचत के उपायों को समझाइये।
5. रेफ्रिजरेटर, वाशिंग मशीन, वातानुकूलन, पानी हीटर, कुकिंग व पानी का पम्प में ऊर्जा बचत के उपायों को समझाइये।

❑

AKC TECHNICAL CLASSES

10

ऊर्जा लेखा-परीक्षा
(Energy Audit)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा, ऊर्जा लेखा-परीक्षा की आवश्यकता, लागत लेखांकन की आवश्यकता (Energy Audit, Need of Energy Audit, Need of Cost Accountancy)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा एक गहरा अध्ययन है, जो ऊर्जा का उपयोग कैसे, कहाँ और किस तरह परिवर्तित होगा, बताती है। यह ऊर्जा उपयोग घटाने के अवसर प्रदान करती है। यह कटौतियों को प्रायोगिक विधि से कार्यान्वित करने में आर्थिक और तकनीकी योजना का निर्धारण करती है।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के अनुसार, ''ऊर्जा के उपयोग का ऐसा ऊर्जा सत्यापन, निगरानी और विश्लेषण जिसमें ऊर्जा खपत को घटाने की कार्यविधि, ऊर्जा क्षमता को उन्नत करने से लाभ विश्लेषण सहित संस्तुति की तकनीकी रिपोर्ट का विवरण हो, लेखा-परीक्षा कहलाती है।'' अन्य शब्दों में, औद्योगिक खपत और अपव्यय को एक व्यवस्थित ढंग से निगरानी (monitoring) करना ही ऊर्जा लेखा-परीक्षा है। ऊर्जा लेखा-परीक्षा वित्तीय लेखा-परीक्षा के समान होती है। इसमें क्षेत्र सर्वेक्षण और विश्लेषण का संक्षिप्त विवरण होता है।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा की आवश्यकता (Need of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा मौजूद संसाधनों की कुशल उपयोग में वृद्धि करती है। किसी भी उद्योग में वस्तु, मजदूर और ऊर्जा मुख्य संचालित खर्चे हैं। किसी भी उत्पाद और प्रक्रिया में ऊर्जा की लागत निर्धारण एक मुख्य घटक है। ऊर्जा लेखा-परीक्षा की आवश्यकता के निम्नलिखित कारण हैं—

(i) विशेष क्रिया और उत्पाद में विशिष्ट तरह की ऊर्जा और ईंधन के उपयोग को समझना,

(ii) विभिन्न ऊर्जा स्रोतों की लागत और मात्रा को पहचानना,

(iii) विभिन्न स्तरों पर होने वाली ऊर्जा खपत को पहचानना,

(iv) ऊर्जा निवेश (input) और उत्पादन निर्गत (output) संबंधित अपव्यय की तरफ ध्यान आकर्षित करना,

(v) ऊर्जा के अवसरों को सुधारने और ऊर्जा के कुशल मापों की संस्तुति को पहचानना,

(vi) सह-उत्पादन, ऊर्जा नवीकरणीय स्रोतों और संस्तुति को कार्यान्वित करना तथा क्रियान्वयन की संस्तुति के संभावित उपयोग को पहचानना।

लागत लेखांकन की आवश्यकता (Need of Cost Accountancy)

प्रत्येक उत्पादन करने वाले उद्योग जानते हैं कि उत्पादन के कुछ समय बाद लाभ और हानि के वारे में जानकारी प्राप्त होगी। यह निम्नलिखित सूचना देने में उपयोगी होती है—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) क्या लाभ कमाया, कम्पनी यथासंभव लाभ कमा सकेगी?

(ii) कौन-सा उत्पाद लाभ देगा और कितना देगा?

(iii) लाभ में किस तरह वृद्धि कर सकते हैं?

(iv) क्या उत्पादन की विभिन्न क्रियाओं से निकलने वाले अपशिष्ट पर नियंत्रण है?

ऊर्जा उत्पादक अपने प्रदर्शन (performance) को उन्नत करने के लिए लगातार कठोर परिश्रम करते हैं और भविष्य के लिए सही कार्य योजना का निर्णय करते हैं, अत: लागत लेखांकन ऊर्जा लेखा-परीक्षा का बहुत उपयोगी उपयंत्र और औजार है।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा का कार्यक्षेत्र व उदाहरण (Energy Audit Field and Example)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के विभिन्न कार्यक्षेत्र निम्नलिखित हैं—

(i) ऊर्जा खपत की निगरानी करना,

(ii) बचत की संभावनाओं को ध्यान में लाना,

(iii) ऊर्जा खपत को कम करने के लिए उचित कार्यवाही की अनुशंसा करना,

(iv) हानियाँ दूर करने के संभावित क्षेत्रों को खोजना,

(v) वर्तमान और भूतकाल की ऊर्जा खपत का विस्तृत विश्लेषण करना,

(vi) प्रकाश (light) की आवश्यकता पर पुन: विचार करना,

(vii) सभी उपकरणों की क्षमताओं और दक्षता की जाँच करना,

(viii) नियंत्रण उपकरणों, जैसे—अग्नि की चेतावनी देने वाले यंत्र (alarm), रिलेज आदि की कार्य-प्रणाली को जाँचना,

(ix) मानक खपत की वास्तविक स्थिति से तुलना करना,

(x) जागरूकता अभियान की आवश्यकता को लोकप्रिय बनाना,

(xi) स्वचालित नियंत्रण की आवश्यकता को जाँचना।

उदाहरण—ऊर्जा क्षेत्र में ऊर्जा लेखा-परीक्षा के विभिन्न कार्यक्षेत्रों को निम्नलिखित तरीकों से जाँचते हैं—

(i) ऊर्जा मूल्य की मात्रा और लागत के अभिलेखों की पर्याप्तता और शुद्धता को जाँचना,

(ii) उत्पादों को पुन: चार्ज करने की विधियों को जाँचना,

(iii) उपयोग की गई प्रति इकाई निर्गत की तुलना मानक (standard) से करना,

(iv) ऊर्जा और ईंधन कीमतों को कुल लागत के प्रतिशत में दर्शाना,

(v) लेखांकित वर्ष के प्रकथन की जाँच करना, जिसमें उत्पादित ऊर्जा, खरीदी गई ऊर्जा और उपयोग की गई ऊर्जा की लागत का विवरण हो।

विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा कार्यविधि व उदाहरण (Detailed Energy Audit Working and Example)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा की विस्तृत कार्यविधि के अन्तर्गत संरक्षण के अवसर और संभावित क्षेत्रों को पहचानने के लिए उपयोग की गई ऊर्जा और संरक्षण अध्ययन का निरीक्षण किया जाता है तथा ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोतों के उपयोग में तकनीकी-आर्थिक व्यवहार्यता (feasibility) को निकाला जाता है। विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा के प्रमुख चरण निम्नलिखित हैं—

(i) सुविधा प्राप्त कार्यकर्ता द्वारा साक्षात्कार करना,

AKC TECHNICAL CLASSES

(ii) संभावित क्षेत्रों का भ्रमण करना,
(iii) दस्तावेजों की समीक्षा करना,
(iv) आवश्यक वस्तुओं का निरीक्षण करना,
(v) कार्यकर्ताओं द्वारा पुनः साक्षात्कार करना,
(vi) जनोपयोगी (utility) विश्लेषण और आर्थिक विश्लेषण करना,
(vii) लेखा-परीक्षा की संक्षेप में जानकारी या प्रतिवेदन देना जिसमें संरक्षण के निम्नलिखित क्षेत्र का विवरण हो—
 (अ) मासिक ऊर्जा खपत,
 (ब) विभागों (department) के अनुसार ऊर्जा खपत,
 (स) प्रत्येक विभाग में संरक्षण के अवसरों की पहचान,
 (द) वैकल्पिक ऊर्जा स्रोतों के लिए आवश्यक समय और निवेश,
 (इ) वैकल्पिक स्रोत की नई परियोजना में निवेश की स्वीकृति,
 (फ) ऊर्जा के निविष्ट/निर्गत का अध्ययन।

उदाहरण—वैद्युत ऊर्जा उपयोग प्रणाली के क्षेत्र में विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा की कार्यविधि निम्नलिखित चरणों में सम्पन्न होती है—

(i) भार गुणांक और शक्ति गुणांक को सुधारना तथा मोटर के लिए ऐसी संधारित्र निर्धारण क्षमता का चयन करना जिसमें मोटर के शून्य भार kVAr के 90% से अधिक न हो।
(ii) मोटर और उसके चालन (drive) उपकरणों के मिलान का अध्ययन और सुधार के लिए सुझाव देना,
(iii) ऊर्जा दक्ष (efficient) मोटर तथा ट्रांसफॉर्मर को चयनित करने में सहायता करना,
(iv) उपर्युक्त परिवर्तित (variable) गति चालन (drive) के उपयोग का सुझाव देना,
(v) मोटर के प्रकरण में, यदि भार (load) निर्धारित क्षमता से 40% कम है तो स्टार विधि का उपयोग करना,
(vi) संपीडित वायु व्यवस्था की उचित देखभाल करना। संपीडक के अन्दर जाने वाली वायु आर्द्र और गर्म न हो, इसके लिए संपीडक को खुले वातावरण में रखवाना जिससे वह ठंडी हवा बाहर फेंक सके।
(vii) निर्माता द्वारा दिशानिर्देशन के अनुसार वातानुकूलन के सभी संयंत्रों को नियमित रख-रखाव के प्रति निश्चित करना,
(viii) वातानुकूलन का परिमाण (volume) मापने के लिए सर्वोत्तम विधि का प्रयोग करना। छत को ठंडा करना, छत का पेन्ट करना, दक्ष प्रकाश, सूर्य फिल्म आदि विधियों का प्रयोग कर वातानुकूलन का भार कम करना।

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के कारक व वर्गीकरण
(Factors of Energy Audit and Classification)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के विभिन्न कारक (Various Factors of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के विभिन्न कारक निम्नलिखित हैं—

(i) उद्योग का प्रकार,
(ii) ईंधन और ऊर्जा के उपयोग का प्रकार,
(iii) गहराई जो कि अन्तिम लेखा-परीक्षा के लिए आवश्यक है,

(iv) उद्योग में उपयोग की गयी क्रियाओं का कार्य,
(v) निवेश और समय की उपलब्धता,
(vi) क्षमता और परिमाण की लागत घटना।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा का वर्गीकरण (Classification of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा निम्नलिखित तीन प्रकार की होती है—

(i) प्राथमिक लेखा-परीक्षा (Preliminary Audit)—इस प्रकार की लेखा-परीक्षा सबसे सस्ती होती है और यह ऊर्जा बचाने की प्राथमिक संभावनाओं की पहचान करती है। यह एक आँखों देखा निरीक्षण है जो कि प्रदान की गई सुविधा के आधार पर महत्वपूर्ण जानकारी देती है और आगे विस्तृत विश्लेषण का रास्ता दिखाती है। इसे साधारण लेखा-परीक्षा भी कहते हैं।

(ii) सामान्य लेखा-परीक्षा (General Audit)—इस प्रकार की लेखा-परीक्षा में ऊर्जा के उपयोग और हानियों की मात्रा ज्ञात करने के लिए परीक्षण (test) और मापन (measurement) की आवश्यकता होती है। यह आर्थिक परिवर्तन को भी निर्धारित करती है। इस प्रकार की लेखा-परीक्षा को लघु (mini) लेखा-परीक्षा भी कहते हैं।

(iii) विस्तृत लेखा-परीक्षा (Detailed Audit)—इस प्रकार की लेखा-परीक्षा में प्रकाशन, प्रक्रिया आदि की ऊर्जा खपत और उनके आकलन के कार्य आते हैं। इसमें नमूना विश्लेषण की आवश्यकता होती है। इसमें ऊर्जा के उपयोग किये जाने के ढंग और पूर्वानुमान को वार्षिक चक्र के आधार पर कम्प्यूटर अनुरूपक द्वारा निर्धारित किया जाता है।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा का वर्गीकरण निम्नलिखित आधार पर भी होता है—

(i) कार्य के आधार पर (On the Basis of Function)—तापन, संवातन और वायु शीतलन, प्रकाशन, वायु वर्गीकरण, भाप उत्पादन और भाप वितरण आदि कार्य इनके अन्तर्गत आते हैं। कार्य लेखा-परीक्षा द्वारा किसी विशेष कार्य और ऊर्जा बचत की संभावना के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा को निर्धारित किया जाता है।

(ii) प्रक्रिया के आधार पर (On the Basis of Process)—तापन और शीतलन नामक दो प्रक्रियाएँ इनके अन्तर्गत आती हैं। इन प्रक्रियाओं के द्वारा किसी विशेष प्रक्रिया और ऊर्जा बचत में आवश्यक ऊर्जा की मात्रा (quantity) निर्धारित की जाती है।

(iii) उपयोगिता के आधार पर (On the Basis of Utilities)—बॉयलर हाउस, स्टोर ऑफिस कार्य, डिस्पेंसरी, कर्मशाला का रख-रखाव, औजार घर, शक्ति घर आदि इसके अन्तर्गत आते हैं। उपयोगिता लेखा-परीक्षा द्वारा किसी उपयोगिता और ऊर्जा बचत की संभावना में उपयोगी ऊर्जा की मात्रा को निर्धारित किया जाता है।

(iv) सीमा क्षेत्र के आधार पर (On the Basis of Coverage)—इसके अन्तर्गत निम्नलिखित दो तरह की लेखा-परीक्षा आती हैं—

(अ) **वृहत् स्तरीय ऊर्जा लेखा-परीक्षा** के अन्तर्गत विभिन्न प्रक्रियाओं, कार्य और ऊर्जा बचत की प्रचुर संभावनाओं को पहचाना जाता है। इस प्रकार की लेखा-परीक्षा में 2-3 दिन का समय लगता है।

(ब) **लघु स्तरीय ऊर्जा लेखा-परीक्षा** में विभिन्न प्रक्रियाओं और कार्यों की गहराई से समीक्षा कर ऐसे विशेष क्षेत्रों की पहचान की जाती है जिसमें विशिष्ट सिफारिश और ध्यान की आवश्यकता हो। इस प्रकार की लेखा-परीक्षा में 6-7 दिन का समय लगता है।

(v) एकत्रित सूचनाओं के आधार पर (On the Basis of Collected Information)—इसके अन्तर्गत भी अग्रलिखित दो प्रकार की लेखा-परीक्षा आती हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

(अ) **बिलिंग लेखा-परीक्षा** का आधार बिलों द्वारा एकत्रित की गई जानकारी होती है। बिल में ऊर्जा उत्पादन और उपयोग की विस्तृत सूचना होती है। इस प्रकार की लेखा-परीक्षा के अन्तर्गत सूचनाएँ सिर्फ बिल के माध्यम से आती हैं।

(ब) **क्षेत्र लेखा-परीक्षा** में जानकारी एकत्र करने के लिए वास्तविक घटना स्थल पर जाकर ऊर्जा उत्पादन, उपयोग एवं हानियों के विभिन्न चरणों का निरीक्षण करके गणना की जाती है। यह सुधार हेतु विशेष सिफारिश प्रदान करती है।

प्रारंभिक व विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा के उद्देश्य (Objectives of Preliminary and Detailed Energy Audit)

प्रारंभिक ऊर्जा लेखा-परीक्षा के उद्देश्य (Objectives of Preliminary Energy Audit)

यह विस्तृत लेखा-परीक्षा की शुरुआती अवस्था है। यह पूर्ण किये गये सभी कार्यों का दृष्टिकोण (outlook) है। इसके निम्नलिखित उद्देश्य होते हैं—

(i) बचत की संभावनाओं को खोजना,

(ii) संगठन के विभिन्न विभागों के अलग-अलग ऊर्जा खपत के मानों को निर्धारित करना,

(iii) ऐसे क्षेत्रों की पहचान करना जहाँ तुरन्त सुधार और बचत की आवश्यकता हो (मुख्यत: निम्न/कम आय वाले क्षेत्र),

(iv) निविष्ट और निर्गत के मानक मानों (values) का निर्धारण करना,

(v) उपलब्ध सूचनाओं को एकत्रित करना।

विस्तृत लेखा-परीक्षा के उद्देश्य (Objectives of Detailed Energy Audit)

यह किसी भी संगठन की पूर्ण छानबीन (examination) होती है। इसके अन्तर्गत मौजूद व्यवस्था की प्रभावोत्पादकता की जाँच की जाती है। यह ऊर्जा परियोजना के कार्यान्वयन की विस्तृत योजना होती है। इसके मुख्य उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

(i) सभी संसाधन, जैसे—धन, वस्तु, मशीन, व्यक्ति और विधि का अनुकूल उपयोग करना,

(ii) निर्माणकर्ता और योजना बनाने वालों की कमियों को ध्यान में लाना,

(iii) प्रचालन की विधियों में सुधार हेतु सुझाव देना,

(iv) आन्तरिक नियंत्रण व्यवस्था में कमियों की ओर ध्यान आकर्षित करना और सुधार हेतु सुझाव देना,

(v) ऊर्जा बचत और लागत का सबसे अधिक यथार्थ मूल्यांकन देना।

विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा के चरण (Steps of Detailed Energy Audit)

विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा निम्नलिखित तीन चरणों में पूर्ण होती है—

(i) प्रथम चरण–प्री लेखा-परीक्षा (Phase-I : Pre Audit)

इसके अन्तर्गत कार्यक्षेत्र का प्रारम्भिक अध्ययन किया जाता है, जो कि भविष्य की योजना बनाने के लिए बहुत ही आवश्यक है। प्रारम्भिक कार्यक्षेत्र पर जाकर ऊर्जा लेखा-परीक्षक निम्नलिखित कार्यवाही करते हैं—

(अ) ऊर्जा लेखा-परीक्षा का उद्देश्य बताने के लिए वरिष्ठ प्रबंधन से चर्चा करना,

(ब) आर्थिक दिशा निर्देशों और वित्तीय सामर्थ्य विश्लेषण के बारे में चर्चा करना,

AKC TECHNICAL CLASSES

(स) उपयोग में आ रहे उपयंत्रों और साधनों के प्रकार, प्रचलित परिचालन क्रियाओं और नियंत्रण विधियों के ऊपर चर्चा करना।

(द) मुख्य ऊर्जा खपत से जुड़े सभी तथ्यों को एकत्रित करना।

प्रथम चरण में ऊर्जा लेखा-परीक्षक, ऊर्जा लेखा-परीक्षा में आवश्यक उपकरणों की सूची बनाता है, किसी भी प्रकार का कोई मीटर, जैसे—किलोवाट आवर, भाप/तेल/गैस मीटर लेखा-परीक्षा के पहले स्थापित किया गया हो, इसका फैसला करता है, ऊर्जा बचत के मुख्य क्षेत्रों को प्रकाश में लाता है और लेखा-परीक्षा का खाका (plan) तैयार करता है।

(ii) द्वितीय चरण–लेखा-परीक्षा (Phase-II : Audit)

इस प्रकार की लेखा-परीक्षा में समय अवधि उद्योग और स्थान की आवश्यकता पर निर्भर करती है। विशिष्ट संयंत्र के विभागों, वस्तुओं और प्रक्रिया में लगे उपकरणों में उपयोग हुई ऊर्जा और सामग्री के बीच संतुलन बनाना, छानबीन और निर्धारण करना इसके महत्वपूर्ण घटक हैं। इस प्रकार की लेखा-परीक्षा को पूर्ण करने के लिए कई सप्ताह से लेकर कई महीने लगते हैं। इस चरण में निम्नलिखित सूचनाएँ एकत्रित होती हैं—

(अ) ऊर्जा के प्रकारों, विभागों, उपकरणों के आधार पर ऊर्जा खपत की जानकारी, सामग्री सन्तुलन सूचनाएँ (कच्चा माल, उत्पाद, अपव्यय उत्पाद, उत्पादन आदि), ऊर्जा लागत और आयात शुल्क की जानकारी, प्रक्रिया और सामग्री प्रवाह आरेख की जानकारी, कार्य स्थल पर सेवाओं का उत्पादन और वितरण की जानकारी, अस्वीकृति/पुनर्संसाधन के प्रतिशत की जानकारी, क्षमता/लाभ के प्रतिशत की जानकारी आदि प्राप्त होती है।

(ब) ऊर्जा आपूर्ति के स्रोत, ईंधन प्रतिस्थापन, प्रक्रिया संशोधन, सह-उत्पादन प्रयोग करने की क्षमता, ऊर्जा प्रबंधन प्रक्रिया और ऊर्जा जागरूकता प्रशिक्षण कार्यक्रम की जानकारी मिलती है। द्वितीय चरण में लेखा-परीक्षा दल उपरोक्त जाँचों को पूर्ण कर और लेखा-परीक्षा रिपोर्ट तैयार कर इसे उच्च प्रबंधन को सौंपता है।

(iii) तृतीय चरण–पोस्ट लेखा-परीक्षा (Phase III : Post Audit)

इसमें ऊर्जा संरक्षण के अवसरों का विकास और लागू करने में सहायता करना और प्रदर्शन के मापों और निगरानी की सिफारिश करना शामिल है। सभी प्रणाली के कार्यक्रमों का नियमित अवधि पर निरीक्षण तथा अनुगमन होते रहना चाहिए।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के जाँच-पड़ताल करने वाले प्राचल तथा उपकरण (Parameters of Energy Audit and Instrument)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा में जाँच-पड़ताल करने वाले प्राचल

ऊर्जा लेखा-परीक्षण में ऊर्जा के आवश्यक मापन को पहचानने और परिमाणन (quantification) की जरूरत होती है। इसलिए उचित मापन के लिए उपकरणों (instruments) की आवश्यकता पड़ती है। इस प्रकार के उपकरण छोटे, टिकाऊ, संचालन करने में आसान और सस्ते होने चाहिएँ। ऊर्जा लेखा-परीक्षा के दौरान सामान्यत: जाँच-पड़ताल करने वाले प्राचल (parameters) निम्नलिखित हैं—

(i) वैद्युत प्राचलों (प्रत्यावर्ती और दिष्टधारा) के अन्तर्गत वोल्टेज (V), धारा (I), शक्ति गुणांक (PF), वास्तविक शक्ति (kW), आभासी शक्ति (kVA), प्रतिघाती शक्ति (kVAr), ऊर्जा खपत (kWh), आवृत्ति (Hz), हारमोनिक्स आदि आते हैं।

(ii) चिमनी से निकलने वाली गैसों को विश्लेषित करने वाले प्राचल CO_2, O_2, CO, SO_x और NO_x हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES

(iii) ध्वनि मापने वाले प्राचल शोर (noise) और कम्पन (vibration) हैं।
(iv) चक्र प्रति मिनट (rpm) और वायुगति मापन प्राचल हैं।
(v) भौतिक मापन के अन्तर्गत लम्बाई, वजन और तापमान जैसे प्राचल आते हैं।
(vi) आर्द्रता का मापन करने वाले प्राचल नमी की मात्रा और सापेक्ष आर्द्रता हैं।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के मुख्य उपकरण (Main Instruments of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा-परीक्षण के पहले स्टाफ के कर्मचारियों को सभी उपकरणों की संचालन विधियों और उनके उपयोग करने से भली-भाँति परिचित होना चाहिए। मुख्य उपकरण निम्नलिखित हैं—

(i) **वैद्युत मापन उपकरण** (Electrical Measuring Instruments)—इस प्रकार के उपकरण वैद्युतीय प्राचलों (पाठ्यांकों) के मापने के काम आते हैं, जैसे—kVA, kW, PF, Hz, kVAr, एम्पियर, वोल्ट आदि। ये उपकरण ऑनलाइन कार्य करते हैं। इसका अर्थ है कि चलती मोटर को रोकने की आवश्यकता नहीं होती है। हाथों में स्थित मीटर द्वारा त्वरित पाठ्यांक ले सकते हैं।

(ii) **दहन विश्लेषक** (Combustion Analyser)—यह उपकरण रासायनिक सैलों से बना होता है, जो कि विभिन्न गैसों के मापने का कार्य करता है, जैसे O_2, CO, NO_x और SO_x।

(iii) **ईंधन दक्षता मॉनीटर** (Fuel Efficiency Monitor)—यह उपकरण चिमनी से निकलने वाली गैसों में से ऑक्सीजन तथा इसके तापमान को मापता है। सामान्य ईंधन के ऊर्जा मानों (calorific values) को माइक्रोप्रोसेसर पर भेजते हैं, जहाँ दहन प्रक्रिया की दक्षता का मान ज्ञात होता है।

(iv) **फाइराइट** (Fyrite)—पम्प द्वारा चिमनी की गैसों से नमूना लेकर फाइराइट के अन्दर स्थित घोल में डालते हैं। घोल के अन्दर रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा तरल का आयतन बदलता है जिससे गैस की मात्रा का निर्धारण होता है।

(v) **अन्य उपकरण** (Other Instruments)—स्पर्श तापमानमापी, टेकोमीटर, स्ट्रेबोस्कोप आदि इसके अन्तर्गत आते हैं।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा उपकरण (Energy Audit Instruments)

ऊर्जा लेखा-परीक्षा के प्रमुख उपकरण निम्नलिखित प्रकार से हैं—

(i) **ऊर्जा विश्लेषक** (Power Analyser)—इस उपकरण का उपयोग लगातार विद्युतीय प्राचलों, जैसे—वोल्टेज, विद्युत् धारा, शक्ति गुणांक आदि के मापन के काम आता है। इसकी विद्युत् मापन सीमा 5 mA से 6500 A तक होती है तथा स्मरण शक्ति (memory) 2 GB तक होती है, जिसमें 1 महीने की सूचनाओं का अभिलेखन (recording) कर सकते हैं। इसमें विस्तृत शक्ति गुण विश्लेषण, $\frac{1}{2}$ अवधि चक्र के 10,000 अलार्म की अभिलेखन क्षमता, 300 क्षणिक (transient) पकड़ने की क्षमता, 50 चित्र के रिकॉर्ड और 4 CT निविष्ट की क्षमता होती है।

(ii) **अल्ट्रासोनिक फ्लोमीटर** (Ultrasonic Flowmeter)—यह पानी और अन्य तरल के प्रवाह को मापने के काम आता है। इसकी गति मापने की सीमा 0.01 से 30 m/s होती है। इसके टोटलाइजर के पास 7 अंक जोड़ने के लिए होते हैं, इसकी विशुद्धता ±1% होती है। इसके संवेदक 100 mm से लेकर 6000 mm तक के होते हैं। इसकी सूचना संग्राहक 2000 सूचनाएँ एकत्रित कर सकता है। इसकी ऊर्जा खपत 2 W और वजन 538 gm होता है।

(iii) **पिटॉट नली** (Pitot Tube)—इस उपकरण का उपयोग नलिका (duct) के अन्दर वायु का वेग मापने के लिए किया जाता है। L-आकार की पिटॉट नली पूर्णतः यंत्रीकृत और चमकदार होती है। खोखली

AKTECHNICAL CLASSES

नलिकाओं के मोड़ पर जोड़ होता है और इनमें आवाजें आती हैं।

(iv) अमीनोमीटर (Amenometer)—इसका उपयोग वायु का वेग मापने के लिए किया जाता है। इस उपकरण की सीमा 0.4 से 30 m/s या 1.4 से 108 km/h होती है। यह छोटा होता है तथा इसके तीन अंकों का लिक्विड क्रिस्टल डिस्प्ले (LCD) 8 mm का होता है, जिससे अधिक तेजी से शुद्ध पाठ्यांक को मापा जाता है। इसकी तापमान मापने की सीमा 0°C से 60°C तक की होती है। इसकी परिशुद्धता ± (1% + 2° C) और रिजोल्यूशन 0.1°C होता है।

(v) इन्फ्रारेड तापमापी (Infrared Thermometer)—इस उपकरण का उपयोग भट्टी (furnace) की गर्म सतहों के तापमान मापने में किया जाता है। यह सतह (surface) को बिना छुए (touch) तापमान को मापने का कार्य करता है। इसकी तापमान सीमा 20°C से 550°C तक, विशुद्धता ± (2% + 2° C), दूरी-क्षेत्र का अनुपात 21 : 1, विकिरण क्षमता 0.95 पर स्थायी (fix) होती है। इसकी तरंग लम्बाई और समय की प्रतिक्रिया (response) 500 ms होती है।

ऊर्जा निगरानी व ऊर्जा लक्ष्यीकरण (Energy Monitoring and Targeting)

ऊर्जा निगरानी (monitoring) और लक्ष्यीकरण (targeting) तकनीक को ऊर्जा से सम्बन्धित समस्त उचित और सही सूचनाओं को समय से प्राप्त करने के लिए उपयोग करते हैं। इस प्रकार की समस्त सूचनाओं से ही ऊर्जा प्रबंधक अपशिष्ट को हटाने, वर्तमान ऊर्जा खपत के स्तर को कम और नियंत्रित करने और वर्तमान व्यवस्था में सुधार लाने का उचित निर्णय लेने योग्य वन पाते हैं।

निगरानी तकनीक का उपयोग ऊर्जा खपत की उचित व्यवस्था को स्थापित करने में किया जाता है। लक्ष्यीकरण तकनीक ऊर्जा संरक्षण में प्रबंधन के उद्देश्यों को निर्धारित करने में उपयोगी होती है।

निगरानी और लक्ष्यीकरण तकनीक का प्रयोग ऊर्जा लागत केन्द्र को स्थापित करने और ऊर्जा लागत को नियंत्रित करने में किया जाता है। व्यवस्था के नियमित होने के बाद लक्ष्यों का स्थायी निर्धारण कर सकते हैं जिससे मानक और वास्तविक या यथार्थ मानों के बीच विश्लेषण का अन्तर ज्ञात कर सकते हैं। इसके अलावा उपचारी (remedial) कार्य कर सकते हैं और इसे लागू (implement) कर सकते हैं।

निगरानी और लक्ष्यीकरण में ऊर्जा लागत को निम्नलिखित चरणों में नियंत्रित कर सकते हैं—

(i) लक्ष्यों को स्थापित करना,
(ii) यथार्थ (actual) को मापना,
(iii) यथार्थो को लक्ष्यों के साथ तुलना करना,
(iv) लक्ष्य और यथार्थ के बीच परिवर्तन के कारणों को स्थानीय (localise) बनाना,
(v) उपरोक्त परिवर्तनों को हटाने के लिए आवश्यक कार्यवाही करना।

निगरानी और लक्ष्यीकरण के बाद सूचना देना एक महत्वपूर्ण कार्य है। सभी एकत्रित सूचनाएँ उपयोगी हैं और इनका निष्पादन कार्य में प्रयोग किया जाता है।

भवन के लिये ऊर्जा लेखा-परीक्षा कार्यविधि (Working Method of Energy Audit for Building)

भवन में ऊर्जा संरक्षण सम्बन्धित कुछ संभावनाएँ होती हैं। भवन का निर्माण ऊर्जा संरक्षण भवन कोड के अनुसार ही होना चाहिए। भवन निर्माण में ऊर्जा संरक्षण के नियम और मानकों को क्रियान्वित करना चाहिए। भवन में ऊर्जा लेखा-परीक्षा की कार्यविधि के निम्नलिखित चरण हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

(i) **दौरा** (Visit)—विभिन्न वस्तुओं, क्रियाकलापों (activities) और मुख्य ऊर्जा खपत करने वाली प्रणालियों को पहचानने के लिए भवन का दौरा करना चाहिए। इसके अन्तर्गत वास्तुकला (architecture) सम्बन्धित, रोशनी (lighting), शक्ति वातानुकूलन और ऊर्जा प्रणालियों की विधि आती हैं।

(ii) **निरीक्षण और दस्तावेज समीक्षा** (Inspection and Document Review)—प्राथमिक दौरे में भवन के प्रतिनिधियों के समक्ष उपलब्ध दस्तावेजों की समीक्षा करनी चाहिए। इस प्रकार के दस्तावेजों में वास्तुकला और अभियांत्रिकी योजनाओं, रख-रखाव की विधियों, भवन संचालन और पिछले तीन सालों के बिजली के बिलों की समस्त जानकारी उपलब्ध होनी चाहिए।

(iii) **उपयोगिता विश्लेषण** (Utility Analysis)—यह पिछले 12 से 36 महीनों के ऊर्जा बिलों की विस्तृत समीक्षा होती है। ऊर्जा संरक्षण और खपत अभिलक्षणों के प्रदर्शनों का उपयोग कर और उपयोगिता बिलों का विस्तृत विश्लेषण कर ऊर्जा आपूर्ति के अनुकूल विकल्प (option) को पहचानना चाहिए।

(iv) **ऊर्जा संरक्षण उपायों की व्यवहार्यता का आकलन करना** (Evaluate the Feasible Energy Conservation Measures)—ऊर्जा लेखा-परीक्षा के अन्तर्गत दो प्रकार के परिवर्तन आते हैं। विस्तृत आर्थिक विश्लेषण कर आवश्यक बड़े परिवर्तनों को करना चाहिए एवं सरल, शीघ्र भुगतान कर छोटे परिवर्तन को करना चाहिए। ऊर्जा संरक्षण के उपायों की सूची को विकसित कर भवन प्रतिनिधियों से समीक्षा करानी चाहिए।

(v) **आर्थिक विश्लेषण** (Economic Analysis)—लेखा-परीक्षा के दौरान एकत्रित सूचनाओं को संशोधित और विश्लेषित करना चाहिए। लेखा-परीक्षक को कार्यान्वयन लागत, ऊर्जा बचत और साधारण ऊर्जा संरक्षण के उपायों को खोजना चाहिए।

(vi) **लेखा-परीक्षा की रिपोर्ट बनाना** (Prepare the Audit Report)—अंतिम परिणाम शोध से प्राप्त कर जानकारियों और सिफारिशों का संक्षिप्तिकरण करना चाहिए। इस विवरण में भवन की समस्त मुख्य ऊर्जा खपत की प्रणालियों का वर्णन होना चाहिए। ऊर्जा प्रभाव (impact), कार्यान्वयन लागत के लाभ और वापसी के समस्त अनुशंसित उपायों का वर्णन होना चाहिए।

(vii) **अनुशंसाओं की समीक्षा** (Review of Recommendations)—अन्तिम अनुशंसाओं की औपचारिक व्याख्या को भवन प्रतिनिधियों के समक्ष प्रस्तुत करना चाहिए। लाभों और लागतों के उपलब्ध विवरणों के आधार पर ऊर्जा संरक्षण के उपायों को कार्यान्वित करने का निर्णय लेना चाहिए।

ऊर्जा अंकेक्षण के लिए उपकरण (Instruments for Energy Audit)

विद्युत मापन उपकरण (Electrical Measuring Instruments)

ये उपकरण बड़े इलेक्ट्रिकल पैमाने जेसे kVA, kW, PF, Hz, kVAr, Amps व Volts के मापन के लिए प्रयुक्त किए जाते हैं।

ऊर्जा अंकेक्षण उपकरण (Energy Audit Instruments)

ये उपकरण ऑन-लाइन (online) प्रयुक्त किए जाते हैं अर्थात् मोटर को बंद करे बिना चालू मोटर पर। ऊर्जा अंकेक्षण के लिए प्रयुक्त किए जाने वाले उपकरण निम्न हैं—

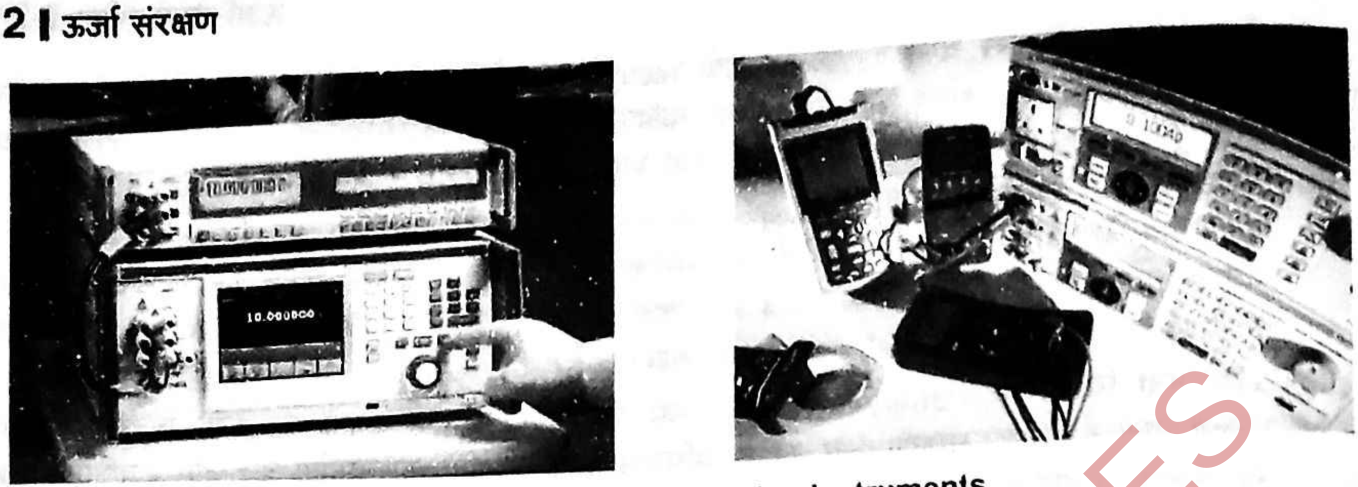
(i) दहन विश्लेषक (Combustion Analyzer)

इस उपकरण में in-built रासायनिक सैल होते हैं जो विभिन्न गैसों जैसे O_2, CO, NO_x व SO_x को मापती है।

(ii) ईंधन दक्षता प्रबोधक (Fuel Efficiency Monitor)

यह ऑक्सीजन को व फ्लू गैस (flue gas) के ताप को मापने में प्रयुक्त किया जाता है, जो कम्बश्चन दक्षता की गणना करते हैं।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र 10.1 : Electrical measuring instruments

(iii) फायराइट (Fyrite)

पृथक्-पृथक् फायराइट का प्रयोग O_2 व CO_2 के मापन के लिए किया जा सकता है। एक फ्लू गैस के नमूने को विलयन में हस्त बैलो पम्प (Hand Bellow-pump) फायराइट के अन्दर डाला जाता है, जिसकी रासायनिक अभिक्रिया फायराइट के अन्दर भरे विलयन से होती है जिससे O_2 व CO_2 गैस उत्पन्न होती है।

(iv) सम्पर्क तापमापी (Contact Thermometer)

ये तापयुग्म (thermocouples) होते हैं जिनकी प्रॉब (probe) को फ्लू गैटन, गर्म वायु, गर्म जल आदि के प्रवाह क्षेत्र (stream) में रखकर ताप का मापन किया जाता है। सतह के मापन हेतु, इसी उपकरण में पत्ती टाइप प्रॉब (leaf type probe) का प्रयोग किया जाता है।

(v) अवरक्त तापमापी (Infrared Thermometer)

यह अस्पर्शी (non-contact) प्रकार का तापमापी होता है। जब इसे ऊष्मा स्रोत के सम्पर्क में लाया जाता है तो यह सीधे ही ताप का मापन करता है। इस उपकरण का प्रयोग भट्टियों में तप्त स्थान (hot spot), सतह ताप आदि को मापने में किया जाता है।

(vi) पिटोट ट्यूब व मेनोमीटर (Pitot Tube and Manometer)

पिटोट ट्यूब व नत मेनोमीटर का प्रयोग करते हुए डक्टों (ducts) में वायुवेग (air velocity) आगे प्रवाह की गणना के लिए ज्ञात किया जा सकता है।

(न्ग) जल प्रवाह मापी (Water Flow Meter)

यह अस्पर्शी प्रकार की मापन युक्ति होती है, जो डॉप्लर प्रभाव (अल्ट्रासोनिक सिद्धान्त) पर कार्य करती है। इसमें ट्रांसमीटर व रिसीवर होते हैं जो पाइप के विपरीत दिशा में लगे होते हैं। मीटर सीधे ही प्रवाह का मापन करता है। इस मीटर की सहायता से जल व अन्य द्रवों का प्रवाह मापा जा सकता है।

(viii) गति मापन (Speed Measurements)

गति/चाल का मापन आवृत्ति बेल्ट स्लिप (Belt slip) तथा लोडिंग पर निर्भर करता है। चाल मापन के लिए टेकोमीटर तथा स्ट्रोबोस्कोप का प्रयोग किया जाता है। टेकोमीटर स्पर्शी प्रकार का उपकरण होता है।

(ix) क्षरण डिटेक्टर (Leak Detector)

संपीडित वायु व अन्य गैसों के क्षरण का पता लगाने के लिए अल्ट्रासोनिक डिटेक्टर उपकरणों का प्रयोग किया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

चित्र 10.2 : Instruments for energy audit

AKC TECHNICAL CLASSES

ऊर्जा संरक्षण के लिए चित्र १०.२ में दर्शाए गए उपकरण निम्न प्रकार से हैं—

(a) Combustion analyzer

(b) Fuel efficiency monitor

(c) Fyrite

(d) Tachometer

(e) Stroboscope

(f) Leak detector

(g) Lux meter

(h) Contact thermometer

(i) Infrared thermomter

(j) Pitot tube and manometer

(k) Water flow meter

(x) लक्स मीटर (Lux meter)

लक्स मीटर द्वारा प्रदीपन स्तर (illumination level) का मापन किया जाता है। इसमें एक प्रकाशित सेल होता है जो प्रकाश निर्गत (output) को सेन्स (sense) कर विद्युत आवेग में परिवर्तित करता है। मीटर लक्स में अंशांकित होता है।

प्रदीपन प्रकाश प्रणाली का ऊर्जा अंकेक्षण
(Energy Audit of Illumination Lighting System)

सभी उद्योगों में प्रकाश (lighting) एक महत्वपूर्ण सेवा है। औद्योगिक लाइटिंग द्वारा ऊर्जा की खपत 2 से 10% के बीच होती है। कुल ऊर्जा की खपत उद्योग के प्रकार पर निर्भर करती है। लाइटिंग के क्षेत्र में अनवरत प्रयास व आविष्कार के करण ऊर्जा की बचत को काफी मात्रा तक बढ़ाया जा सकता है।

कार्यविधि (Procedure)

लाइटिंग पद्धति की ऊर्जा क्षमता को निर्धारित करने के लिए निम्न चरण दिए गए हैं—

स्टेप 1—लाइटिंग पद्धति अवयवों व ट्रांसफॉर्मरों की इन्वेन्ट्री नीचे दिए गए प्रारूपों के अनुसार करनी चाहिए। (सारणी 1 देखें)।

सारणी 10.1 : Device Rating, Populaton and use Profile

S. No.	Plant Location	Lighting Device and Ballast type	Rating in Watts Lamps and Ballast	Population Numbers	No. of Hours/Day

सारणी 10.2 : Lighting Transformer/Rating and Population Profile

S. No.	Plant Location	Lighting Transformer Rating (KVA)	Number Installed	Meter Provisions available volts/amp/kW/energy

वितरण बोर्ड उपलब्ध (ट्रांसफॉर्मर की बजाय) होने की स्थिति में फ्यूज रेटिंग की इन्वेन्ट्री भी इसी प्रारूप के अनुसार होगी।

स्टेप 2—लक्समीटर की सहायता से कार्यकारी स्तर के विभिन्न प्लांटों की स्थिति पर लक्स लेवल को मापना चाहिए व इसका अभिलेखन करना चाहिए।

स्टेप 3—पोर्टेबल लोड विश्लेषक की सहायता से विभिन्न इनपुट बिंदुओं की वोल्टता, धारा, शक्ति गुणांक व शक्ति उपभोग का मापन कर इनको नोट कर लेना चाहिए।

स्टेप 4—संदर्भ के लिए मापित लक्स के मानों की तुलना मानक मानों से करनी चाहिए।

स्टेप 5—लैम्पों व बैलास्टों (Ballasts) के विफल होने के कारण एकत्रित कर इसका विश्लेषण करना चाहिए।

स्टेप 6—सावधानीपूर्वक मूल्यांकन व परीक्षण के आधार पर, संशोधित विकल्प ढूंढने चाहिएँ, जोकि निम्न हो सकते हैं—

(i) सूर्य के प्रकाश का अधिकतम प्रयोग करके इसके लिए पारदर्शी छत की सीट, उत्तरी लाइट छत (North light roof) आदि का प्रयोग किया जा सकता है।

AKC TECHNICAL CLASSES

(ii) लैम्पों को अधिक दक्ष ऊर्जा वाले लैम्पों से प्रतिस्थापित करके।

(iii) पारम्परिक बैलास्ट को अधिक दक्ष ऊर्जा वाले बैलास्ट से बदल कर।

(iv) प्रकाश के परावर्तन (reflection) के लिए भीतरी दीवारों का उपयुक्त रंग चुन कर।

(v) अनुकूल प्रकाश के लिए अभिविन्यास (layout) को संशोधित कर।

(vi) ऊर्जा दक्षता के लिए प्रकाश हेतु व्यक्तिगत समूह नियंत्रण देकर; जैसे—

(a) On/Off type वोल्टता नियमन प्रकार।

(b) समूह नियंत्रण स्विच इकाइयां।

(c) Occupancy सेन्सर।

(d) प्रकाशित सेल नियंत्रण।

(e) टाइमर ऑपरेटेड नियंत्रण।

(f) पेजर ऑपरेटेड नियंत्रण।

(g) कम्प्यूटरीकृत लाइटिंग नियंत्रण कार्यक्रम।

विद्युत प्रणाली का ऊर्जा अंकेक्षण (Energy Audit of Electrical System)

विद्युत ऊर्जा अंकेक्षण औद्योगिक ऊर्जा अंकेक्षण का एक समग्र रूप है। ऊर्जा के दो मुख्य रूपों की ऊर्जा अंकेक्षण के दौरान जांच होती है व लेखा-जोखा होता है। कुछ उद्योगों में जिनमें ऊष्मीय उपयोगिता (thermal utilities) नहीं होती, वहां ऊर्जा अंकेक्षण में केवल विद्युत ऊर्जा अंकेक्षण ही निहित होगी।

विद्युत ऊर्जा अंकेक्षण के अन्तर्गत विद्युत उपयोगिता का अध्ययन जांच, मापन तथा विश्लेषण शामिल होता है। एक विशिष्ट संयंत्र में विद्युत उपयोगिता के अन्तर्गत निम्न घटक आते हैं—

(i) सब स्टेशन व ट्रांसफॉर्मर।

(ii) शक्ति वितरण प्रणाली (PCC, MCC)।

(iii) मीटरिंग व मॉनीटरिंग प्रणाली।

(iv) मोटर।

(v) ब्लोअर, ID/FD पंखे।

(vi) संपीडक (compressors)।

(vii) पम्प।

(viii) लाइट आदि।

प्रत्येक संयंत्र के चालन में कई संख्या में मोटरों का उपयोग किया जाता है। छोटे व मध्यम पावर आउटपुट के लिए 3 फेज स्क्विरल केज (त्रिकला गिलहरी पिंजरा) इंडक्शन मोटर पसंद की जाती है और उच्च पावर प्राप्त करने के हेतु 3 फेज वाउंड रोटर इंडक्शन मोटर का उपयोग होता है। पूर्ण भार वाली 3 फेज इंडक्शन मोटर की दक्षता उसकी साइज अनुसार 80% से 90% तक होती है। अत: अनुकूल साइज की मोटर का चुनाव ऊर्जा प्रबंध कार्यक्रम का मुख्य पहलू है। यह समझदारी होगी कि वर्तमान में कम दक्षता व कम पावर फैक्टर वाली मोटरों को बदलकर उच्च दक्षता व उच्च पावर फैक्टर की मोटरें लगा दी जाएँ। इस बदलाव का परिणाम कुछ ही वर्षों में आएगा जब उच्च कीमत की विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति की जाएगी।

यह अनुशंसा की गई है कि मोटरों की दक्षता व पावर फैक्टर वास्तविकता में ऊर्जा अंकेक्षण के एक भाग के रूप में मापित होने चाहिए। कई बार यह पाया गया है कि वास्तव में मापी गई राशि, प्लेट पर लिखी गई राशि से कम होती है। अत: उपलब्ध विद्युत ऊर्जा कीमतें कम करने के तरीके निम्न हैं—

AKC TECHNICAL CLASSES

1. वर्तमान में लगी मोटर के स्थान पर ऊर्जा दक्ष मोटरें लगाएं।
2. सही आकार की मोटर का चुनाव करें।
3. शंट कैपेसिटर लगाकर पावर फैक्टर में सुधार करें।

पावर फैक्टर में सुधार, डिमांड चार्जेज को कम करेगा (क्योंकि KVA आवश्यकता में कमी) और कॉपर हानि भी परिणामत: कम होगी क्योंकि लाइन करंट भी कम हो गयी है। मोटर टर्मिनल पर अनुकूल वोल्टेज की उपलब्धता से केबल में वोल्टेज ड्रॉप में कमी होगी।

तप्त, संवातित व वायु प्रशीतन प्रणाली का ऊर्जा अंकेक्षण

(Energy Audit of Heating, Ventilation and Air Conditioning System or Energy Audit of HVAC)

संवातन प्रणाली के ऊर्जा अंकेक्षण को पूरा करने के लिए निम्न चरणों का अनुसरण किया जा सकता है—

1. संवातन प्रणाली के आउटडोर एयर इनटैक में वायु के आयतन (volume of air) को मापना। संवातन तथा पंखे की मोटर की नेमप्लेटों (name plates) के डाटा को रिकॉर्ड करना।
2. स्थानीय कोड की आवश्यकता को निर्धारित करना तथा मापन के सापेक्ष तुलना करना।
3. यह जांचना कि मापित संवातन दर आवश्यक कोड से अधिक तो नहीं है।

नियमानुसार आवश्यक वायु आयतन ज्ञात कर इसकी तुलना उपरोक्त मापन से कर ली जाती है। वायु आवश्यकता m^3 प्रति सेकण्ड कम करने के लिए पुली (pulley) को बदला जा सकता है। इसमें निम्न दो प्रकार की बचत होती हैं—

(a) मोटर में कम ब्रेक अश्वशक्ति (brake horse power) की आवश्यकता होगी।

(b) हीटिंग के समय होने वाली ऊष्मा हानि ज्ञात की जा सकती है—

$$\text{HP (reduction)} = \text{HP}\left[\frac{\text{new value of } m^3 \text{ per second}}{\text{old value of } m^3 \text{ per second}}\right]$$

वेन्टीलेशन प्रणाली में प्लांट या उद्योग की Off की स्थिति के समय बन्द कर पर्याप्त ऊर्जा बचत की जा सकती है।

ताप अंकेक्षण के लिए निम्न को सम्मिलित करना चाहिए—

1. प्रत्येक जगह व ऋतु के लिए भीतरी (indoor) तापक्रम सैटिंग निर्धारित करना।
2. जो जगह घिरी हुई नहीं है (unoccupied), उसे ज्ञात करना।
3. अनुशंसित ताप मानक से यदि ताप अधिक है तो उसे जांचना।
4. थर्मोस्टेट को शारीरिक रूप से पुन: सेट करके सेटबैक को क्रियान्वित करना।
5. गर्मियों में प्रचालित शीतलन प्रणाली को अनुपयोगी घंटों (unoccupied hours) में बंद करना।
6. अनुकूलतम सेटबैक तापमान ज्ञात करने के लिए प्रयोग करना।

HVAC Energy Conservation Opportunities (ECO)

सामान्यतया यह माना जाता है कि HVAC प्रणाली तथा lighting पद्धति भवन की सबसे अधिक ऊर्जा का उपयोग करते हैं। अत: ऊर्जा के उपयोग को व्यवस्थित करने व कम करने के लिए निम्न ECO पर विचार करते हैं—

यहां ECOs के 5 पद दिए गए हैं—

1. Turn it off
2. Turn it down

AKC TECHNICAL CLASSES

3. Tune it up
4. Turn it around
5. Tear it out

- मोटर की नवीनतम सूची को तैयार करने के लिए नेमप्लेट डाटा का प्रयोग करना व प्रत्येक पर अनुरक्षण की सूची तैयार करना।
- समय घड़ी व अन्य उपकरणों को सुचारू रूप से चलाने के लिए प्रतिदिन चैक करें।
- कार्य दिवस के अंतिम अवधि के दौरान (last hour of occupancy) तप्त व शीतलन प्रणाली को कम या बंद कर दें।
- क्षति (damage) को कम या प्रतिस्थापी करें।
- डक्ट (ducts) को स्वच्छ रखें।

ऊर्जा अंकेक्षण रिपोर्ट प्रपत्र (Energy Audit Report Format)

- After successfully carried out energy audit energy manager/energy auditor should report to the top management for effective communication and implementation.
- A typical energy audit reporting contents and format are given below. The format can be suitably modified for specific requirement applicable for a particular type of industry.
- The following format is applicable for most of the industries.

Report on

Detailed Energy Audit

Table of Contents

i. Acknowledgement

ii. Executive Summary

Energy audit options at a glance and recommendations

1.0 Introduction about the Plant

1.1 General plant details and descriptions

1.2 Energy audit team

1.3 Component of production cost (Raw materials, energy, chemicals, manpower, overhead, others)

1.4 Major energy use and areas

2.0 Production Process Description

2.1 Brief description of manufacturing process

2.2 Process flow diagram and major unit operations

2.3 Major raw material inputs, quantity and costs

3.0 Energy and Utility System Description

3.1 List of utilities

AKC TECHNICAL CLASSES

3.2 Brief description of each utility
  - 3.2.1 Electricity
  - 3.2.2 Steam
  - 3.2.3 Water
  - 3.2.4 Compressed air
  - 3.2.5 Chilled water
  - 3.2.6 Cooling water

4.0 Detailed Process Flow Diagram of Energy and Material Balance

4.1 Flow chart showing flow rate, temperature, pressures of all input-output streams

4.2 Water balance for entire industry

5.0 Energy Efficiency in Utility and Process Systems

5.1 Specific energy consumption

5.2 Boiler efficiency assessment

5.3 Thermic fluid heater performance assessment

5.4 Furnace efficiency analysis

5.5 Cooling water system performance assessment

5.6 DG set performance assessment

5.7 Refrigeration system performance

5.8 Compressed air system performance

5.9 Electric motor system performance

5.10 Lighting system

6.0 Energy Conservation Options and Recommendations

6.1 List of options in terms of Low Cost/No Cost, Medium cost and High investment cost, Annual Energy and Cost savings, and payback

6.2 Implementation plan for energy saving measures/projects

Annexure

A1. List of Energy Audit Worksheets

A2. List of instruments

A3. List of Vendors and Other Technical

The following Table 10.3 and 10.4 can be used as a guidance for energy audit assessment and reporting.

AKC TECHNICAL CLASSES

Table 10.3 : Summary of Energy Saving Recommendations

Sr. No.	Energy Saving Recommendations	Annual Energy (Fuel & Electricity) Savings (kWh/MT or kl/MT)	Annual Savings (Rs. Lakhs)	Capital Investment (Rs. Lakhs)	Simple Payback period
1.					
2.					
3.					
4.					
Total					

Table 10.4 : Types and Priority of Energy Saving Measures

	Types of Energy Saving Measures	Annual Electricity/Fuel savings	Annual Savings	Priority
		kWh/MT or kl/MT	(Rs. Lakhs)	
A	**No Investment (Immediate)** — Operational Improvement — Housekeeping			
B	**Low Investment** **(Short to Medium Term)** — Controls — Equipment Modification — Process change			
C	**High Investment (Long Term)** — Energy efficiency devices — Product modification — Technology change			

AKC TECHNICAL CLASSES

Table 10.5 : Reporting Format for Energy Conservation Recommendations

A : Title of Recommendation	Combine DG set cooling tower with main cooling tower
B : Description of Existing System and its operation	Main cooling tower is operating with 30% of its capacity. The rated cooling water flow is 5000 m^3 /hr. Two cooling water pumps are in operation continuously with 50% of its rated capacity. A separate cooling tower is also operating for DG set operation continuously.
C : Description of Proposed system and its operation	The DG set cooling water flow is only 240 /h. By adding this flow into the main cooling tower, will eliminate the need for a separate cooling tower operation for DG set, besides improving the % loading of main cooling tower. It is suggested to stop the DG set cooling tower operation.

D : Energy Saving Calculations

Capacity of main cooling tower	=	5000 m^3/hr
Temperature across cooling tower (design)	=	8°C
Present capacity	=	3000 m^3/hr
Temperature across cooling tower (operating)	=	4°C
% loading of main cooling tower	=	$(3000 \times 4)(5000 \times 8) = 30\%$
Capacity of DG set cooling tower	=	240 m^3/hr
Temperature across the tower	=	5°C
Heat load	=	1200,000 kcal/hr
Power drawn by the DG set Cooling Tower :		
Number of pumps and its rating	=	2×7.5 kW
Number of fans and its rating	=	2×22 kW
Power consumption @ 80% load	=	$22 \times 2 + 7.5 \times 2) \times 0.80 = 47$ kW
Additional power required for main cooling tower for additional water flow of 240 m^3/h (66.67 l/s) with 6 kg/cm^2	=	$(66.67 \times 6)/(102 \times 0.55) = 7$ kW
Net Energy savings	=	$47 - 7 = 40$ kW

E : Cost Benefits

Annual Energy Saving Potential	=	40 kW × 8400 hr = 3,36,000 Units/year
Annual Cost Savings	=	3,36,000 × Rs. 4.00 = ₹ 13.4 Lakhs per year
Investment (Only cost of piping)	=	₹ 1.5 Lakhs
Simple Payback Period)	=	Less than 2 months

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रश्नावली

1. ऊर्जा लेखा-परीक्षा क्या है?
2. ऊर्जा लेखा-परीक्षा को विस्तार से समझाइये।
3. विभिन्न प्रकार के ऊर्जा लेखा-परीक्षा को समझाइये।
4. ऊर्जा लेखा-परीक्षा के उपकरणों को समझाइये।
5. प्रारंभिक व विस्तृत ऊर्जा लेखा-परीक्षा के उद्देश्यों को समझाइये।
6. ऊर्जा लेखा-परीक्षा के कार्यक्षेत्र को समझाइये।
7. ऊर्जा निगरानी व ऊर्जा लक्ष्यीकरण को समझाइये।
8. ऊर्जा अंकेक्षण रिपोर्ट प्रपत्र को विस्तार से समझाइये।
9. प्रदीपन प्रकाश प्रणाली के लिए ऊर्जा अकेक्षण को समझाइये।
10. विद्युत प्रणाली के लिए ऊर्जा अकेक्षण को समझाइये।
11. भवन के लिए ऊर्जा लेखा-परीक्षा कार्यविधि को समझाइये।
12. ऊर्जा लेखा-परीक्षा को जाँच पड़ताल करने वाले प्राचल (Parameters) को समझाइये।
13. ऊर्जा लेखा-परीक्षा के कारक व वर्गीकरण को समझाइये।

❑

AKC TECHNICAL CLASSES

परीक्षण सूची
(Experiments Index)

प्रयोग संख्या–01

उद्देश्य

छोटे भवन के लिये विद्युत भार का सर्वेक्षण एवं विद्युत शक्ति खपत की गणना करना।

भार गणना (Calculation of Load)

किसी संस्थान हेतु भार की गणना इस बात पर निर्भर करती है कि संस्थान में कितनी शक्ति क्षमता के कौन-कौन से विद्युत बिन्दु स्थित हैं। यदि शक्ति क्षमता का विवरण स्पष्ट न हो तो सामान्यत: विभिन्न बिन्दुओं के लिये भार (शक्ति क्षमता) निम्न प्रकार किये जा सकते हैं।

विद्युत बिन्दुओं के मानक भार

क्र० सं०	भार बिन्दु का प्रारूप	मानक भार शक्ति
1.	विद्युत बल्ब बिन्दु	600 W/100 W
2.	ट्यूबलाइट बिन्दु	40 W
3.	पंखा बिन्दु	60 W
4.	पारद बल्ब बिन्दु	125 W
5.	5 A साकेट बिन्दु (500 W तक)	100 W
6.	15 A साकेट बिन्दु (500 W से 1500 W तक)	1000 W
7.	निकास पंखा बिन्दु	क्षमतानुसार
8.	वातानुकूलन बिन्दु	क्षमतानुसार

परिपथों की संख्या का निर्धारण

(i) प्रकाश-पंखा तथा शक्ति कार्यभार के लिये अलग-अलग परिपथ देना चाहिये।

(ii) प्रकाश व पंखा एक ही परिपथ में दिया जा सकता है, परन्तु परिपथ में प्रकाश, पंखा व 5A साकेट, कुल मिलाकर 10 निर्गत बिन्दुओं (outlets) से अधिक नहीं होना चाहिये, साथ ही परिपथ में कुल भार 800 W से अधिक नहीं होना चाहिये।

(iii) एक घरेलू शक्ति परिपथ में कुल भार 3000 वाट से अधिक नहीं होना चाहिये, साथ ही एक परिपथ में 2 साकेट से अधिक नहीं लगाये जाने चाहियें।

प्रकाश पंखा परिपथ के अन्तर्गत बल्ब, ट्यूबलाइट, छत का पंखा, टेबिल पंखा एवं 5 A साकेट (100 W) द्वारा चलाये जाने वाले उपकरण आते हैं। घरेलू शक्ति परिपथ के अन्तर्गत हीटर, कूलर, फ्रीज, गीजर, इलैक्ट्रिक प्रेस, इलैक्ट्रिक केतली इत्यादि उपकरण जो 15 A साकेट (1000 W) द्वारा चलाये जाते हैं, आते हैं। वातानुकूलन बिन्दु भी घरेलू शक्ति के अन्तर्गत

AKG TECHNICAL CLASSES

आता है।

एक छोटे भवन जिसमें चार या छः छोटे कमरे, हाल किचन, बरामदा, टायलेट, बाथ इत्यादि हों, उनमें विद्युत बिन्दु निम्न प्रकार से लिये जा सकते हैं—

छोटे कमरे के लिये	—	एक बल्ब, एक ट्यूबलाइट, एक नाईट बल्ब, एक पंखा, एक 5 A सॉकिट एवं 15 A सॉकिट आवश्यकतानुसार।
एक वड़े कमरे एवं हाल के लिये	—	एक बल्ब, दो ट्यूबलाइट, दो पंखे, दो 5 A सॉकेट आवश्यकतानुसार
बरामदे के लिये	—	एक वल्ब, दो ट्यूबलाइट, दो पंखे, दो 5 A सॉकेट एवं 15 A सॉकिट आवश्यकतानुसार
किचन के लिये	—	एक वल्ब, एक छत का पंखा, एक 15 A सॉकेट, एक निकास पंखा
वाथ के लिये	—	एक वल्ब, एक गीजर हेतु 15 A सॉकेट
टॉयलेट के लिये	—	एक बल्ब एवं एक निकास पंखा

उपरोक्त विद्युत बिन्दुओं की संख्या एवं भार की गणना कर परिपथों की संख्या का निर्धारण कर लेते हैं। भार की गणना निम्न प्रकार की जा सकती है—

(i) प्रकाश व पंखा भार

क्र० सं०	विद्युत बिन्दु	शक्ति दर (वाट)	संख्या	शक्ति (वाट)
1.	वल्व	60	2	120
2.	ट्यूवलाइट	40	3	120
3.	छत का पंखा	60	3	180
4.	साकेट	100	2	200
			10 बिन्दु	**620 वाट**

(ii) प्रकाश व पंखा भार

क्र० सं०	विद्युत बिन्दु	शक्ति दर (वाट)	संख्या	शक्ति (वाट)
1.	साकेट 15 A	1000	3	3000
			3 बिन्दु	**3000 वाट**

विद्युत भार की गणना करने के पश्चात् यह देखते हैं कि भवन का कुल विद्युत भार कितना है। यदि कुल विद्युत भार 5 kW से कम है तो आपूर्तिकर्त्ता से सिंगल फेज सप्लाई का विद्युत कनेक्शन लिया जाता है। यदि कुल विद्युत भार 5 kW है या 5 kW से अधिक है तो आपूर्तिकर्त्ता से तीन फेज का विद्युत कनेक्शन लिया जाता है।

विद्युत खपत की गणना हेतु माह के अंत में ऊर्जामापी द्वारा रिकार्ड किये गये यूनिट (kWh) को देखते हैं। एक छोटे भवन के लिये विद्युत खपत kWh (किलोवाट-घंटा) की संख्या के अनुसार होती है।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रयोग संख्या–02

उद्देश्य

लक्स मीटर का उपयोग करते हुए विभिन्न लैम्पों की विद्युत खपत एवं ल्यूमेन्स का मापन कर दक्षता जाँचना।

आवश्यक उपकरण

विभिन्न प्रकार के लैम्प, फ्लक्स मीटर।

विधि

(1) प्रकाश एक प्रकार की विकिरण ऊर्जा है, जो हमारे नेत्रों को देखने की संवेदना (अनुभूति) प्रदान करती है।

Light is a type of radiant energy which provides a sense of vision to our eyes.

(2) ज्योति फ्लक्स (Luminous flux) (प्रकाश शक्ति) का व्यावहारिक मात्रक ल्यूमेन (Lumen) है। इसका सूक्ष्म रूप Lm है। प्रति सेकेण्ड विकरित होने वाली प्रकाश ऊर्जा को Lumen कहते हैं।

(3) एकांक सतह क्षेत्र पर पड़ने वाले ज्योति फ्लक्स को प्रदीप्ति कहते हैं। इसे ल्यूमेन प्रति वर्ग मीटर या लक्स में मापा जाता है।

(4) **ल्यूमेन प्रतिवाट क्षमता**—यह लैम्प की निर्गत प्रकाश शक्ति तथा निवेश वैद्युत शक्ति का अनुपात है। इसका मात्रक लयूमेन प्रति वाट है तथा इसे लैम्प की ज्योति दक्षता भी कहते हैं।

$$\text{लैम्प दक्षता} = \frac{\text{निर्गत प्रकाश शक्ति}}{\text{निवेश वैद्युत शक्ति}} \text{ ल्यूमेन/वाट}$$

$$\text{Lamp efficiency} = \frac{\text{Output Luminous flux}}{\text{Input electric power}} \text{ Lm/Watt}$$

किसी विद्युत लैम्प की दक्षता ज्ञात करने के लिये सर्वप्रथम उस लैम्प की प्रदीप्ति लक्स मीटर द्वारा ज्ञात करते हैं। प्रदीप्ति ज्ञात होने पर पता चल जाता है कि प्रति वर्ग मी० ज्योति फ्लक्स (ल्यूमेन) कितना है।

नोट

प्रकाश स्रोत्र द्वारा 1 सेकेण्ड में उत्सर्जित कुल विकिरण ऊर्जा को स्रोत का विकिरण फ्लक्स (Radiant Flux) कहते हैं। इसका मात्रक वाट होता है। किसी प्रकाश स्रोत द्वारा 1 सेकेण्ड में उत्सर्जित दृश्य प्रकाश को ज्योति फ्लक्स कहते हैं। इसका मात्रक ल्यूमेन होता है। मनुष्य की आँख 5550 Å के समीप की तरंगदैर्ध्यों के लिये सबसे अधिक सुग्राही है।

यदि 5550 Å तरंगदैर्ध्य पर विकिरण फ्लक्स 1 वाट है तो ज्योति फ्लक्स 685 ल्यूमेन होता है।

इस प्रकार विद्युत लैम्पों की 100% दक्षता 685 ल्यूमेन/वाट के तुल्य होगी।

नाइट्रोजन एवं आर्गन के मिश्रण से भरे टंगस्टन के कुण्डलित तन्तु वाले 100 वाट के बल्ब द्वारा उत्सर्जित ज्योति फ्लक्स को लक्स मीटर द्वारा मापते हैं। यह लगभग 1630 ल्यूमेन होता है। अत: इस बल्ब की दक्षता $\frac{1630}{100} = 16{\cdot}30$ ल्यूमेन/वाट है, जो 2·4% है [100% दक्षता 685 ल्यूमेन/वाट के तुल्य होती है]

इसी प्रकार 40 वाट के प्रतिदीप्ति नलिका लैम्प (Fluoroscent Tube Lamp) द्वारा उत्सर्जित ज्योति फ्लक्स को लक्स मीटर द्वारा मापते हैं। अत: इस लैम्प की दक्षता $= \frac{2000}{40} = 50$ ल्यूमेन/वाट है, जो 7·3% है।

AKC TECHNICAL CLASSES

ठीक इसी प्रकार उच्च दाब वाले पारद वाष्प लैम्प (High Pressure Mercuy Vapour Lamp) की दक्षता 30-40 Lumen/Watt तक होती है। सोडियम वेपर लैम्पों की दक्षता 40-50 Lumen/Watt होती है। कार्बन आर्क लैम्पों की दक्षता 40-65 ल्यूमेन/वाट होती है।

प्रेक्षण

क्र०सं०	लैम्प प्रकार	ज्योति फ्लक्स को फ्लक्स मीटर के द्वारा मापना	लैम्प वॉट में	$\eta = \frac{\text{ल्यूमेन}}{\text{वाट}}$	$\eta\% = \frac{\eta \times 100}{685}$

परिणाम

विभिन्न लैम्पों की दक्षता = ...

सावधानियाँ

(1) फ्लस्क मीटर द्वारा ली गई रीडिंग सही होनी चाहिए।

(2) गणना के लिए विभिन्न लैम्पों की पावर वाट में होनी चाहिए।

(3) गणना सही होनी चाहिए।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रयोग संख्या–03

उद्देश्य

एअर कंडीशनर की ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) को मापना।

सिद्धान्त

हीटिंग या कूलिंग उपयन्त्र की ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) ऊष्मा आउटपुट (BTU में) तथा पावर इनपुट (Watt-hour में) का अनुपात होता है। अगर वातानुकूलन यूनिट का E.E.R. अनुपात अधिक है तो यूनिट अधिक कुशल होगी।

या

USA के अनुसार E.E.R. की परिभाषा निम्न प्रकार है तथा कहा गया है कि सिस्टम की आउटपुट BTU/hr तथा विद्युत ऊर्जा वाट के अनुपात को ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) कहते हैं।

E.E.R. को मापने की विधि

निम्न पदों के द्वारा कुल ऊष्मा लोड की गणना करें।

(a) जिस क्षेत्र को ठण्डा करना है उसका क्षेत्रफल निकालें तथा इसे 31·25 गुणक से गुणा करें।

(b) खिड़की के द्वारा प्राप्त ऊष्मा की गणना करें। अगर खिड़की पर कोई रोड नहीं है तो प्राप्त परिणाम को 1·4 से गुणा करें।

उत्तर खिड़की BTU में = उत्तर फेसिंग का क्षेत्रफल (m.sq) $\times 164$

दक्षिण खिड़की BTU में = दक्षिण फेसिंग का क्षेत्रफल (m.sq) $\times 868$

(c) मनुष्यों के द्वारा उत्पन ऊष्मा—

मनुष्यों के द्वारा उत्पन ऊष्मा BTU में = मनुष्यों की संख्या $\times$ 600

(d) मशीनों के द्वारा उत्पन्न ऊष्मा—

मशीनों के द्वारा उत्पन्न ऊष्मा BTU में = सभी मशीनों की क्षमता वॉट में $\times$ 3·4

(e) लाइटनिंग के द्वारा उत्पन्न ऊष्मा—

लाइटनिंग के द्वारा उत्पन्न ऊष्मा BTU में = कुल लाइटनिंग वॉट में $\times$ 4·25

(f) कुल ऊष्मा लोड BTU में = क्षेत्रफल (BTU) + खिड़की (BTU) + मनुष्य (BTU) + मशीन (BTU) + लाइट (BTU)

$$\text{E.E.R.} = \frac{\text{कूलिंग आउटपुट / हीटिंग लोड (BTU में)}}{\text{विद्युत ऊर्जा इनपुट (वॉट आवर में) (Wh)}}$$

$$\text{या USA के अनुसार E.E.R.} = \frac{\text{कूलिंग आउटपुट / हीटिंग लोड (BTU/hr)}}{\text{इनपुट विद्युत ऊर्जा वॉट में}}$$

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रेक्षण

1.

S.No.	1	2	3	4	5	कुल लोड (BTU में)
विभिन्न स्रोतों से उत्पन्न ऊष्मा (BTU में)						

2. ∴ विद्युत ऊर्जा इनपुट (Wh में)

गणना

$$\text{E.E.R.} = \frac{\text{कूलिंग आउटपुट / हीटिंग लोड (BTU/hr)}}{\text{इनपुट विद्युत ऊर्जा वॉट में}}$$

परिणाम

ऊर्जा दक्षता अनुपात (EER) = BTU/Wh

सावधानियाँ

1. सभी ऊष्मा लोडों की गणना सही से करें।
2. सभी रीडिंग सही से मापें।
3. सभी लोडों की गणना BTU में करें।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रयोग संख्या–04

उद्देश्य

वाल्व थैटलिंग तथा चर आवृत्ति चालन द्वारा अपकेन्द्री पम्प की ऊर्जा खपत पर पड़ने वाले प्रभाव का मापन।

आवश्यक उपकरण

अपकेन्द्री पम्प, चर आवृत्ति चालन (VFD), कनैक्टिंग तार।

सिद्धान्त

सादृश्य नियम (Affinity Law)—यह नियम पम्पों की गति के निष्पादन (performance) में उपयोग होता है। इसे ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित तीन सूत्रों का उपयोग होता है।

(अ) प्रवाह दर ∝ गति

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

(ब) हैड ∝ $(\text{गति})^2$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

(व) अवशोषित शक्ति ∝ $(\text{गति})^3$

$$\frac{kW_1}{kW_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

जहाँ Q = प्रवाह दर, H = हैड, kW = अवशोषित गति

N = घूर्णन गति

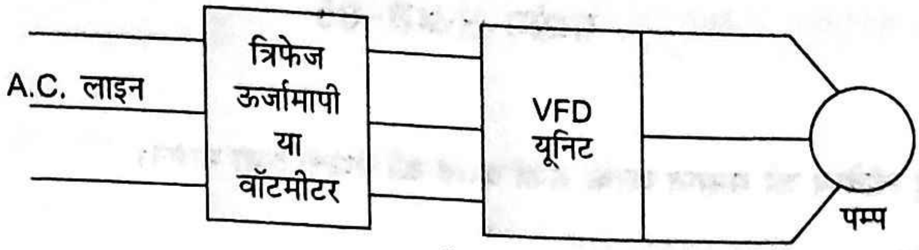
उपरोक्त समीकरण $\frac{kW_1}{kW_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$ से स्पष्ट है कि गति (r.p.m) में 50% की कमी करने से, ऊर्जा की आवश्यकता में 27% की कमी होती है तथा गति में 50% की वृद्धि करने से ऊर्जा की आवश्यकता में 33% की वृद्धि होती है।

चर आवृत्ति चालन यूनिट (VFD Unit)

VFD का उपयोग प्रेरण मोटर तथा तुल्यकाली मोटर को दी जाने वाली सप्लाई की आवृत्ति को बदलकर इनकी गति को कंट्रोल किया जाता है। VFD के द्वारा गति में बिना स्टेप के परिवर्तन किया जा सकता है। VFD एक सॉलिड स्टेट परिवर्तन यूनिट है जो मोटर को पावर 2 से लेकर 50 Hz आवृत्ति पर प्रदान करती है। VFD आउटपुट वोल्टेज को आउटपुट आवृत्ति के समानुपाती अनुपात में रेगुलेट करती है ताकि वोल्टेज तथा आवृत्ति का नोमिनल स्थिर अनुपात जो कि A.C. मोटर का अभिलक्षण है, प्राप्त कराया जा सके।

थैटलिंग के द्वारा डिस्जार्च वाल्व को खोल तथा बन्द कर सकते हैं। थैटलिंग एक अकुशल ऊर्जा है क्योंकि पम्प को दी जाने वाली ऊर्जा में कोई कमी नहीं होती है। ऊर्जा गति हाँनियों में वृद्धि होने के कारण खराब हो जाती है। थैटलिंग वाल्व को VSD के द्वारा बदल कर ऊर्जा में 50 - 60% तक की बचत की जा सकती है। थैटलिंग वाल्व द्रव ऊर्जा को जोकि पम्प द्वारा द्रव को दी जाती है, को घर्षण ऊष्मा में बदल देता है, जिसके कारण पम्प की अधिकांश ऊर्जा खराब हो जाती है।

AKC TECHNICAL CLASSES



चित्र

प्रेक्षण

क्र०सं०	गति	पावर
1		
2		
3		
4		
5		

परिणाम

उपरोक्त सारणी से पता चलता है कि पम्प में ऊर्जा खपत गति पर निर्भर करती है।

सावधानियाँ

(1) परिपथ को चित्र के अनुसार जोड़ें।
(2) रीडिंग सावधानीपूर्वक लें।
(3) सभी कनेक्शन ठीक होने चाहिएँ।
(4) सभी उपयन्त्र रेटिंग के अनुसार लें।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रयोग संख्या–05

उद्देश्य

कम्प्रेशर में वायु लीकेज को समाप्त करके ऊर्जा बचत की गणना तथा मापन।

आवश्यक उपकरण

कम्प्रेशर, अल्टासोनिक अकोस्टिक डीटेक्टर।

विधि

लीकेज का पता लगाना।

(1) क्योंकि वायु लीकेज को देखना लगभग असम्भव है, इसलिए इसका पता लगाने के लिए किसी अन्य विधि की आवश्यकता है। वायु लीकेज का पता लगाने का सबसे अच्छा तरीका अल्ट्रासोनिक अकोस्टिक डिटेक्टर के द्वारा है क्योंकि इसके द्वारा वायु लीकेज में उत्पन्न होने वाली उच्च आवृत्ति की ध्वनि का पता लगाया जा सकता है। इस छोटी सी यूनिट में दिशात्मक माइक्रोफोन, एम्प्लीफायर ध्वनि फिल्टर तथा लीकेज के कारण उत्पन्न होने वाली ध्वनि को सुनने के लिए ईयरफोन होता है।

(2) दूसरा तरीका साबुन के घोल को पेन्ट ब्रश द्वारा लीकेज वाली जगह पर लगाने से भी लीकेज का पता लगाया जा सकात है। जबकि यह विधि विश्वसनीय है, परन्तु समय अधिक लगता है।

(3) **लीकेज की गणना**—इस विधि में कुल लीकेज प्रतिशत में

$$\text{लीकेज (\%)} = \left[\frac{T \times 100}{(T + t)}\right]$$

जहाँ पर T = चलने का समय (मिनट में)

t = बन्द होने का समय (मिनट में)

लीकेज से कम्प्रेशर की क्षमता में होने वाली हानि को प्रतिशत में व्यक्त करते हैं। एक अच्छे रखरखाव वाले कम्प्रेशर में 10% से कम होना चाहिए। खराब रखरखाव वाले कम्प्रेशर में यह 20-30% तक होते हैं।

ऊर्जा बचत की गणना

(1) पावर/ऊर्जा के आगणन का सूत्र

$$P = \frac{\left(\frac{L}{4 \cdot 2}\right)(0 \cdot 746)\,(T)}{\eta}$$

जहाँ L = वायु हानि cFm में

$4 \cdot 2$ = cFm/bhp का औसत मान

AKC TECHNICAL CLASSES

0·746 = एक bhp को उत्पन्न करने के लिए औसत पावर आवश्यकता kW/bhp में

T = आपरेशन/चलने के घण्टे

M = मोटर की दक्षता

(2) CFM में होने वाली वायु हानि की निम्न प्रकार गणना करेंगे—

$$(\text{CFM})\ (\text{L}) = \frac{\left(\dfrac{\text{दाब हानि}}{\text{एक वायुमण्डल}}\right) \times \text{आयतन ft}^3 \text{ में}}{\text{समय मिनट में}}$$

(3) **कनवर्जन चार्ट**

1 cubic foot = 1728 cubic inches

1 atmosphere = 14·7 PSI = 29·9 inches of HG

प्रेक्षण

(1) CFM के लिए

क्र०सं०	CFM (L)
1	
2	
3	
4	

(2) ऊर्जा वचत के लिए

क्र०सं०	ऊर्जा बचत (P)
1	
2	
3	

परिणाम

वायु लीकेज को बन्द करने के उपरान्त पावर/ऊर्जा बचत का मध्यमान = ... kW.h.

सावधानियाँ

(1) रीडिंग सावधानीपूर्वक लें।

(2) सभी उपयन्त्र रेटिंग के अनुसार लें।

(3) सभी यूनिट सावधानीपूर्वक लें।

AKC TECHNICAL CLASSES

प्रयोग संख्या–06

उद्देश्य

ब्लोअर गति पर पड़ने वाले ऊर्जा खपत के प्रभाव को मापना।

आवश्यक उपकरण

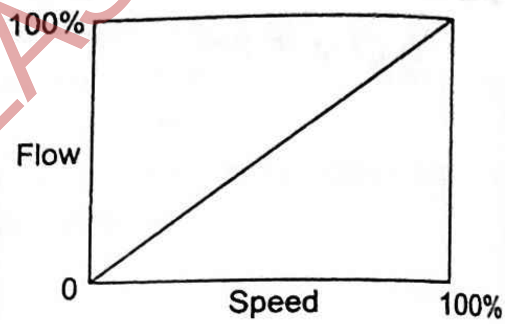
ब्लोअर, चर आवृत्ति चालन (VFD), कनैक्टिंग तार।

सिद्धान्त

पंखे का नियम—पंखा बताए गये नियम पर कार्य करता है तथा जिसका गति, पावर तथा दाब से सम्बन्ध है। किसी भी पंखे की गति में परिवर्तन करने पर यह माना गया है कि दाब, तथा चलाने के लिए जरूरी ऊर्जा में परिवर्तन होता है, उसकी नई गति दर।

(i) प्रवाह ∝ गति

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

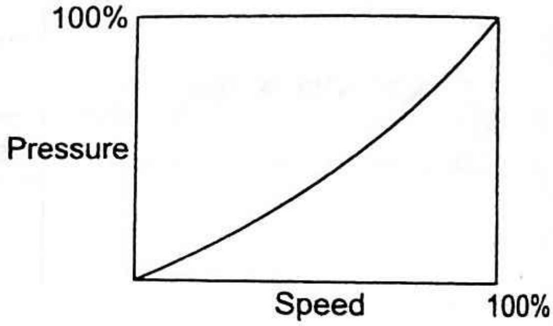


इससे यह पता चलता है कि अगर गति (r.p.m.) में 50% की कमी करते हैं तो वायु प्रवाह में भी 10% की कमी हो जाती है।

(ii) दाब ∝ $(\text{गति})^2$ या Pressue ∝ $(\text{speed})^2$

या

$$\frac{SP_1}{SP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

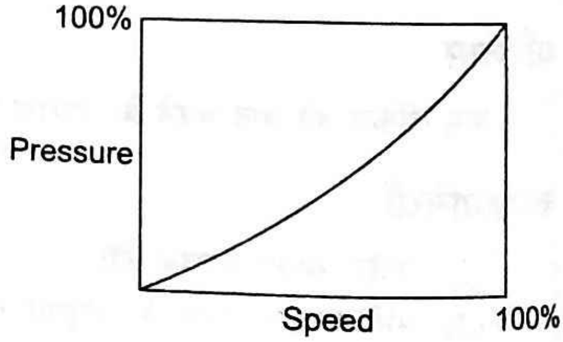


इससे यह पता चलता कि अगर गति (r.p.m.) में 10% की कमी करते हैं तो स्थैतिज दाब में 19% की कमी होती है और यदि गति (r.p.m.) में 10% की वृद्धि करते हैं तो स्थैतिक दाब में 21% की वृद्धि होती है।

(iii) ऊर्जा ∝ $(\text{गति})^3$ या Power ∝ $(\text{speed})^3$

या

$$\frac{kW_1}{kW_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$



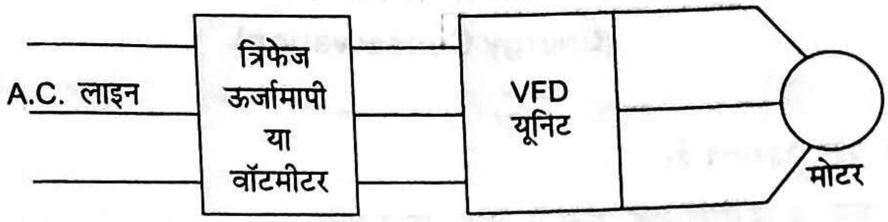
इससे यह पता चलता कि अगर गति (r.p.m.) में 10% की कमी होती हैं तो ऊर्जा की आवश्यकता में 27% की कमी होती है तथा यदि गति (r.p.m.) में 10% की वृद्धि की जाती है तो ऊर्जा की आवश्यकता में 33% की वृद्धि होती है।

चर आवृत्ति चालन यूनिट (VFD Unit)

VFD का उपयोग प्रेरण मोटर तथा तुल्यकाली मोटर को दी जाने वाली सप्लाई की आवृत्ति को बदलकर इनकी गति को कंट्रोल किया जाता है। VFD के द्वारा गति में बिना स्टेप के परिवर्तन किया जा सकता है। VFD एक सॉलिड स्टेट परिवर्तन

AKC TECHNICAL CLASSES

यूनिट है जो मोटर को पावर 2 Hz से लेकर 50 Hz आवृत्ति पर प्रदान करती है। VFD आउटपुट वोल्टेज को आउटपुट आवृत्ति के समानुपाती अनुपात में रेगुलेट करती है, ताकि एक वोल्टेज तथा आवृत्ति का नोमिनल स्थिर अनुपात जो कि A.C. मोटर का अभिलक्षण है, प्राप्त कराया जा सके।



चित्र

प्रेक्षण

क्र०सं०	गति	पावर
1		
2		
3		
4		
5		

परिणाम

उपरोक्त सारणी से पता चलता है कि ब्लोअर में ऊर्जा खपत गति पर निर्भर करती है।

सावधानियाँ

(1) परिपथ को चित्र के अनुसार जोड़ें।
(2) रीडिंग सावधानीपूर्वक लें।
(3) सभी कनेक्शन ठीक होने चाहिएँ।
(4) सभी उपयन्त्र रेटिना के अनुसार लें।

AKC TECHNICAL CLASSES

MODEL PAPER-1

ऊर्जा संरक्षण

(Energy Conservation)

समय : 2.30 घण्टे] **[अधिकतम अंक : 50**

नोट : सभी प्रश्न अनिवार्य है।

1. वाणिज्यिक ऊर्जा व अवाणिज्यिक ऊर्जा में अन्तर स्पष्ट करें।
2. ग्रीन हाउस प्रभाव को समझाइये।
3. ऊर्जा संरक्षण अधिकनियम 2001 तथा इसकी विशेषताओं को समझाइये।
4. ऊर्जा दक्ष ट्राँसफॉर्मर को समझाइये।
5. ऊर्जा दक्ष मोटरों के लाभ समझाइये।
6. पम्प में ऊर्जा बचत के उपायों को लिखिए।
7. डी०जी० सेट में ऊर्जा बचत के उपायों को लिखिये।
8. बॉयलर तथा भट्टियों के मुख्य तथा कुशल उपयोग के लिए क्या करें तथा क्या न करें को समझाइये।
9. ऊर्जा संरक्षण भवन कोड (ECBC) को समझाइये।
10. अपशिष्ट ऊष्मा पुन: प्राप्ति के लाभ व उपयोगों को लिखिये।
11. रेफ्रीजरेटर व वाशिंग मशीन में ऊर्जा बचत के उपायों को समझाइये।
12. ऊर्जा लेखा-परीक्षा को विस्तार से समझाइये।
13. मानक तथा लेबलिंग को समझाइये।
14. ऊर्जा प्रबंधन क्या है? इसके विभिन्न लक्ष्य लिखिये।
15. अनवीकरणीय और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में अन्तर लिखिए।

AKC TECHNICAL CLASSES