



Teach To India Publication
ITI Trade

Refrigeration and Air Conditioning Technician रेफ्रिजरेशन एंड एयर कंडीशनिंग टेक्नीशियन

(2nd Year)

**Second
Edition**

CTS | NSQF-Level 4



Dual Language: English | हिंदी

TRADE THEORY + MCQs

All-in-One:

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

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



Teach To India
Publication

Refrigeration and Air Conditioning Technician - Second Year

रेफ्रिजरेशन एंड एयर कंडीशनिंग टेक्नीशियन - द्वितीय वर्ष

A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Under the Craftsmen Training Scheme (CTS) | NSQF Level 4

Designed for:

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

Key Features of the Book:

Dual Language Format: English | हिंदी

Detailed Trade Theory: Structured according to Modules

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

Complete Coverage of ITI Examination Sections:

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

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

Also Useful For:

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

Title: Refrigeration and Air Conditioning Technician - Second Year
Subtitle: A Comprehensive Textbook with MCQ Practice and Detailed Solutions
Dual-Language Edition: English | हिंदी

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

Author:

Dr. Parvendra Kumar

B.Tech (UPTU), PG Diploma (C-DAC Hyderabad), M.Tech (IIT Roorkee), Ph.D

Reviewers:

Rohit Kumar

Instructor, Government ITI, Etah, U.P.

Lokesh Kumar

Instructor, Government ITI, Babrala, Sambhal, U.P.

Publisher:

Teach To India Publication

Adarsh Colony, Saharanpur, U.P. – 247001

Mobile: +91 9084496877

Email: info@teachtoindia.com | Website: www.teachtoindia.com

Printed at: Shree Education and Publication Private Limited, Ajmer, Rajasthan

Edition: Second Edition, 2026

ISBN: 978-81-69424-60-8

Copyright © Teach To India Publication. All rights reserved.

Legal Note:

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

Colophon:

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

Printed in India

Price: ₹745/-

Preface | प्रस्तावना

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Acknowledgment | आभार

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

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

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

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

Syllabus

Modules	Trade Theory
Commercial Compressor	Commercial reciprocating and centrifugal compressors, construction and function of compressor valves, cylinder and piston assembly, lubrication methods in commercial compressors, reciprocating compressor capacity control.
Water Cooled Condenser with Cooling Tower	Water cooled condenser types, construction and working, descaling of shell and tube condenser, evaporative condensers, cooling tower types, construction, efficiency, approach and range, causes of water contamination and water treatment.
Expansion Valve	Expansion valve types, construction and working, automatic expansion valve.
Evaporator & Chillers	Evaporator, liquid suction heat exchangers.
Cooler & Freezer	Water cooler, visible cooler and bottle cooler, deep freezer types, functions, service and maintenance.
Applications of Commercial Refrigeration	Ice cube machine types, functions, installation and servicing, ice candy and ice cream storage plants, identification of parts, controls, functions and specifications of ice plant, walk-in cooler and reach-in cabinet, cold storage details.
HVAC Systems	Introduction to HVAC, types of fans and blowers used in air-conditioners, ducts, duct insulation, air filters.
Central Industrial Air Conditioning	Package AC with air-cooled condensers, troubleshooting of air-cooled PAC, duct system and AHU, central AC plant, pump down, pressure testing and leak arrest, oil change, evacuation and gas charging in DX systems, refrigerant circuit parts of VRV/VRF, modulating valve checking in chiller systems, FCU and water control valves, humidity control, commercial AC plant construction and study, chiller and packaged chiller types including reciprocating, screw, scroll and centrifugal chillers, controls used in air-conditioning.
Mobile Air Conditioning	Components used in automotive air-conditioning, working cycle of bus air-conditioning, major components used in railway coach air-conditioning.
Study Execute Commercial Plant	Preventive maintenance in HVAC plant.
Modules	Workshop Calculation & Science
Friction	Friction – Advantages and disadvantages, Laws of friction, co-efficient of friction, angle of friction, simple problems related to friction, Friction – Lubrication, Friction – Co- efficient of friction, application and effects of friction in workshop practice.
Centre of Gravity	Centre of gravity – Centre of gravity and its practical application.
Area of cut out regular surfaces and area of irregular surfaces	Area of cut out regular surfaces – circle, segment and sector of circle, Related problems of area of cut out regular surfaces – circle, segment and sector of circle, Area of irregular surfaces and application related to shop problems.
Estimation and Costing	Estimation and costing – Simple estimation of the requirement of material etc., as applicable to the trade, Estimation and costing – Problems on estimation and costing.
Elasticity	Elasticity - Elastic, plastic materials, stress, strain and their units and young's modulus, Elasticity - Ultimate stress and working stress.
Heat Treatment	Heat treatment and advantages, Heat treatment - Different heat treatment process – Hardening, tempering, annealing, normalising and case hardening.
Modules	Engineering Drawing
Module-1	Reading of electrical, electronic & mechanical sign and symbols used in RAC
Module-2	Sketches of electrical, electronic & mechanical components used in RAC
Module-3	Reading of electrical wiring diagram and layout diagram
Module-4	Drawing of electrical circuit diagram used in RAC
Module-5	Drawing of block diagram of instruments & equipment of trades
Modules	Employability Skills
Basic Career Skills	Learners will be able to build a resume, cover letter & a job application, Learners will be able to use basic English Skills to communicate in Formal Situations, Learners will be able to use basic English Skills to communicate in Informal Situations, Learners will be able to demonstrate workplace etiquette, effective teamwork in real-life situations.
Future Work Skills	Learners will be able to list out the essential skills required for the Future Workplace, using online & offline modes to collect information, Learners will be able to use their knowledge of platform & gig economy to identify jobs relevant to them, Learners will be able to identify self-employment opportunities relevant to them, Learners identify and solve for challenges in migrating for work opportunities, Learners explore the SDIP platform to identify potential international job opportunities available to them, Learners will be able to differentiate workplace practices that align/misalign with green mindset.

Engagement Activity 1: Family Engagement	Family members gain awareness of the career aspirations, job opportunities available for the learners and develop an encouraging mindset Learners get a more conducive environment for career development.
Entrepreneurial Skills	Learners will be able to identify the stages of the design thinking process, Learners will be able to apply design thinking principles to solve a real-life problem, Learners will be able to apply design thinking principles to identify a potential business idea, Learners will be able to build and present a comprehensive business plan including marketing, finance, scale up, accounting, reflecting entrepreneurial mindset.
Internet Skills	Learners will be able to use the internet to find, sort & present information on a given topic and reflect on their self-learning process, Learners will be able to use the internet to explore key job portals, identify and apply for potential jobs, Learners will be able to apply for jobs by attaching their resume, cover letter & other relevant documents via email, Learners will be able to identify how to use social media tools such as WhatsApp, YouTube, Instagram etc to build alternate career paths.
Engagement Activity 2: Alumni Engagement	Learners gain deeper insights about the workplace, its challenges and new ideas to solve for the problems, Learners feel a greater sense of motivation and confidence towards their career.
Professional Skills	Learners will be able to demonstrate people skills, personality skills, thinking skills required in various workplace scenarios, Learners will be able to state the importance of CPD for their career growth, Learners are able to identify relevant online courses for upskilling/continuous learning, Personality Skills: Adaptability, Flexibility, Growth Mindset, Thinking Skills: Creative Thinking, Negotiation & Decision Making, Future Thinking
Engagement Activity 3: HR Interaction	Learners will be able to resolve their workplace and career related queries, Learners feel a greater sense of motivation and confidence towards their career.

Table of Contents

Part – 1: Trade Theory ट्रेड थ्योरी.....	1
1. Commercial Compressor वाणिज्यिक कंप्रेसर.....	2
1.1 Commercial Reciprocating Compressor वाणिज्यिक प्रत्यागामी संपीडक	2
1.2 Commercial Centrifugal Compressor वाणिज्यिक सेंट्रीफ्यूगल कंप्रेसर.....	4
1.3 Commercial Screw Compressor वाणिज्यिक स्कू कंप्रेसर.....	5
1.4 Comparison of Reciprocating, Screw and Centrifugal Compressors प्रत्यागामी, स्कू एवं अपकेंद्रीय कंप्रेसरों की तुलना	6
1.5 Construction and Function of Compressor Valves कंप्रेसर वाल्व का निर्माण और कार्य.....	9
1.6 Construction and Function of Cylinder Assembly सिलेंडर असेंबली का निर्माण और कार्य.....	10
1.7 Construction and Function of Piston Assembly पिस्टन असेंबली का निर्माण और कार्य	11
1.8 Lubrication Methods in Commercial Compressors वाणिज्यिक कंप्रेसरों में स्नेहन विधियाँ	12
1.9 Reciprocating Compressor – Capacity Control प्रत्यागामी कंप्रेसर – क्षमता नियंत्रण.....	14
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	16
2. Water Cooled Condenser with Cooling Tower शीतलन टॉवर सहित जल-शीतित संघनित्र	23
2.1 Water Cooled Condenser Types जल शीतित संघनित्र के प्रकार.....	23
2.2 Water Cooled Condenser – Construction and Working जल शीतित संघनक – निर्माण और कार्यप्रणाली	24
2.3 Descaling of Shell and Tube Condenser शेल और ट्यूब कंडेंसर की डीस्केलिंग	25
2.4 Evaporative Condensers वाष्पीकरणीय संघनक	26
2.5 Cooling Tower कूलिंग टॉवर	27
2.6 Sources of Water Contamination जल संदूषण के स्रोत.....	29
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	31
3. Expansion Valve प्रसार वाल्व	38
3.1 Expansion Valves – Types, Construction & Working विस्तार वाल्व – प्रकार, निर्माण एवं कार्य.....	38
3.2 Hand Expansion Valve हस्तचालित विस्तार वाल्व	39
3.3 Thermostatic Expansion Valve (TXV) थर्मोस्टैटिक एक्सपेंशन वाल्व	40
3.4 Automatic Expansion Valve ऑटोमैटिक एक्सपेंशन वाल्व	42
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	44
4. Evaporator & Chillers वाष्पीकरण यंत्र एवं चिलर्स.....	51
4.1 Evaporator इवैपोरेटर	51
4.2 Liquid Suction Heat Exchangers द्रव सक्शन ऊष्मा विनिमायक.....	53
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	55
5. Cooler & Freezer कूलर एवं फ्रीज़र कूलर एवं फ्रीज़र	62
5.1 Water Cooler वाटर कूलर	62
5.2 Visible Cooler and Bottle Cooler Visible Cooler and Bottle Cooler.....	64
5.3 Deep Freezer डीप फ्रीज़र.....	65
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	67
6. Applications of Commercial Refrigeration वाणिज्यिक प्रशीतन के अनुप्रयोग	74
6.1 Ice Cube Machine आइस क्यूब मशीन	74
6.2 Ice Candy and Ice Cream Storage Plants आइस कैन्डी और आइस क्रीम स्टोरेज प्लांट.....	75
6.3 Identification Parts, Controls with Function and Specification of Ice Plant आइस प्लांट के भागों, नियंत्रणों की पहचान उनके कार्य एवं विनिर्देश सहित.....	77

6.4 Walk in Cooler and Reach in Cabinet वॉक-इन कूलर एवं रीच-इन कैबिनेट	78
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	80
7. HVAC Systems एचवीएसी प्रणालियाँ.....	87
7.1 Introduction to HVAC एचवीएसी का परिचय	87
7.2 Description of Various Types of Fans and Blowers Used in Air-Conditioners एयर-कंडीशनरों में प्रयुक्त विभिन्न प्रकार के फैन और ब्लोअर का विवरण.....	88
7.3 Duct डक्ट.....	90
7.4 Duct Insulation डक्ट इन्सुलेशन	92
7.5 Air Filters एयर फिल्टर.....	93
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	94
8. Central Industrial Air Conditioning केंद्रीय औद्योगिक वातानुकूलन	101
8.1 Package AC (with Air Cooled Condensers) पैकेज ए.सी. (एयर कूल्ड कंडेंसर के साथ)	101
8.2 Troubleshooting of Air Cooled PAC एयर कूल्ड PAC की ट्रबलशूटिंग.....	102
8.3 Duct System and AHU डक्ट प्रणाली और एचयू.....	103
8.4 Central AC Plant केंद्रीय ए.सी. प्लांट.....	104
8.5 Pump Down, Pressure Test, Leak Arrest पम्प डाउन, प्रेशर टेस्ट, लीक अरेस्ट.....	105
8.6 Pressure Test, Oil Change, Evacuation and Gas Charge in Central A.C. System (DX Direct Expansion System) प्रेशर टेस्ट, ऑयल चेंज, एवाक्यूएशन तथा गैस चार्जिंग इन सेंट्रल ए.सी. सिस्टम (DX डायरेक्ट एक्सपैंशन सिस्टम)	107
8.7 Function of Different Parts According to Refrigerant Circuit of VRV/VRF VRV/VRF के रेफ्रिजरेंट सर्किट के अनुसार विभिन्न भागों के कार्य.....	108
8.8 Understanding and Checking of Modulating Valve in Chiller System चिलर सिस्टम में मॉड्यूलेटिंग वाल्व की समझ और जाँच.....	109
8.9 FCU and Water Control Valves एफसीयू और वाटर कंट्रोल वाल्व	110
8.10 Humidity Control आर्द्रता नियंत्रण	111
8.11 Construction and Study of Commercial AC Plant वाणिज्यिक ए.सी. प्लांट का निर्माण और अध्ययन	112
8.12 Chiller, Packaged Chiller, Reciprocating, Screw, Scroll and Centrifugal Chiller चिलर, पैकेज्ड चिलर, रिसिप्रोकेटिंग, स्कू, स्कॉल और सेंट्रीफ्यूगल चिलर.....	114
8.13 Controls Used in Air-conditioning एयर-कंडीशनिंग में प्रयुक्त नियंत्रण	115
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	117
9. Mobile Air Conditioning मोबाइल एयर कंडीशनिंग.....	123
9.1 Study of Various Components Used in Automotive Air-conditioning ऑटोमोटिव एयर-कंडीशनिंग में प्रयुक्त विभिन्न अवयवों का अध्ययन	123
9.2 Working Cycle of Automotive (Bus) Air-Conditioning ऑटोमोटिव (बस) एयर-कंडीशनिंग का कार्य चक्र.....	125
9.3 Major Components Used in Air-conditioning in Railway Coaches रेलवे कोचों में प्रयुक्त वातानुकूलन के प्रमुख अवयव	126
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	128
10. Study Execute Commercial Plant व्यावसायिक संयंत्र का अध्ययन एवं संचालन	135
10.1 Preventive Maintenance in HVAC Plant एचवीएसी प्लांट में निवारक अनुरक्षण	135
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	139
Part – 2: Workshop Calculation and Science वर्कशॉप कैलकुलेशन एंड साइंस	146
1. Friction घर्षण.....	147
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	149
2. Centre of Gravity गुरुत्वाकर्षण केंद्र.....	155
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	157

3. Area of Cut out Regular Surfaces and Area of Irregular Surfaces काटे गए नियमित सतहों का क्षेत्रफल और अनियमित सतहों का क्षेत्रफल.....	163
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	165
4. Estimation and Costing अनुमान और लागत निर्धारण.....	169
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	171
5. Elasticity लोचशीलता.....	175
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	177
6. Heat Treatment ऊष्मा उपचार.....	181
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	183
Part – 3: Engineering Drawing अभियांत्रिकी चित्रण.....	188
1. Reading Electrical, Electronic and Mechanical Signs and Symbols Used in RAC आर.ए.सी. (RAC) में प्रयुक्त विद्युत, इलेक्ट्रॉनिक एवं यांत्रिक संकेतों तथा चिह्नों को पढ़ना।.....	189
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	191
2. Sketches of Electrical, Electronic and Mechanical Components Used in RAC आरएसी में प्रयुक्त विद्युत, इलेक्ट्रॉनिक एवं यांत्रिक अवयवों के रेखाचित्र.....	196
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	198
3. Reading Electrical Wiring Diagrams and Layout Diagrams विद्युत वायरिंग आरेखों तथा लेआउट आरेखों को पढ़ना.....	203
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	205
4. Drawing of Electrical Circuit Diagrams Used in RAC आरएसी में उपयोग किए जाने वाले विद्युत परिपथ आरेखों का चित्रण.....	210
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	212
5. Drawing of Block Diagrams of Instruments & Equipment of Trades ट्रेड के उपकरणों और यंत्रों के ब्लॉक डायग्राम बनाना.....	216
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	218
Part – 4: Employability Skills रोजगारयोग्यता कौशल.....	221
1. Basic Career Skills मूल करियर कौशल.....	221
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	225
2. Future Work Skills भविष्य के कार्य कौशल.....	234
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	238
3. Entrepreneurial Skills उद्यमिता कौशल.....	246
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	248
4. Internet Skills इंटरनेट कौशल.....	256
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	259
5. Professional Skills व्यावसायिक कौशल.....	267
MCQ's बहुविकल्पीय प्रश्न.....	270
Part – 5: Mock Tests मॉक टेस्ट्स.....	278
Mock Test मॉक टेस्ट – 1.....	279
Mock Test मॉक टेस्ट – 2.....	291

Part – 1: Trade Theory | ટ્રેડ થ્યોરી

2. Water Cooled Condenser with Cooling Tower | शीतलन टॉवर सहित जल-शीतित संघनित्र

2.1 Water Cooled Condenser Types | जल शीतित संघनित्र के प्रकार

WATER COOLED CONDENSER (जल शीतलित कंडेंसर) SHELL AND TUBE TYPE (शेल और ट्यूब प्रकार)

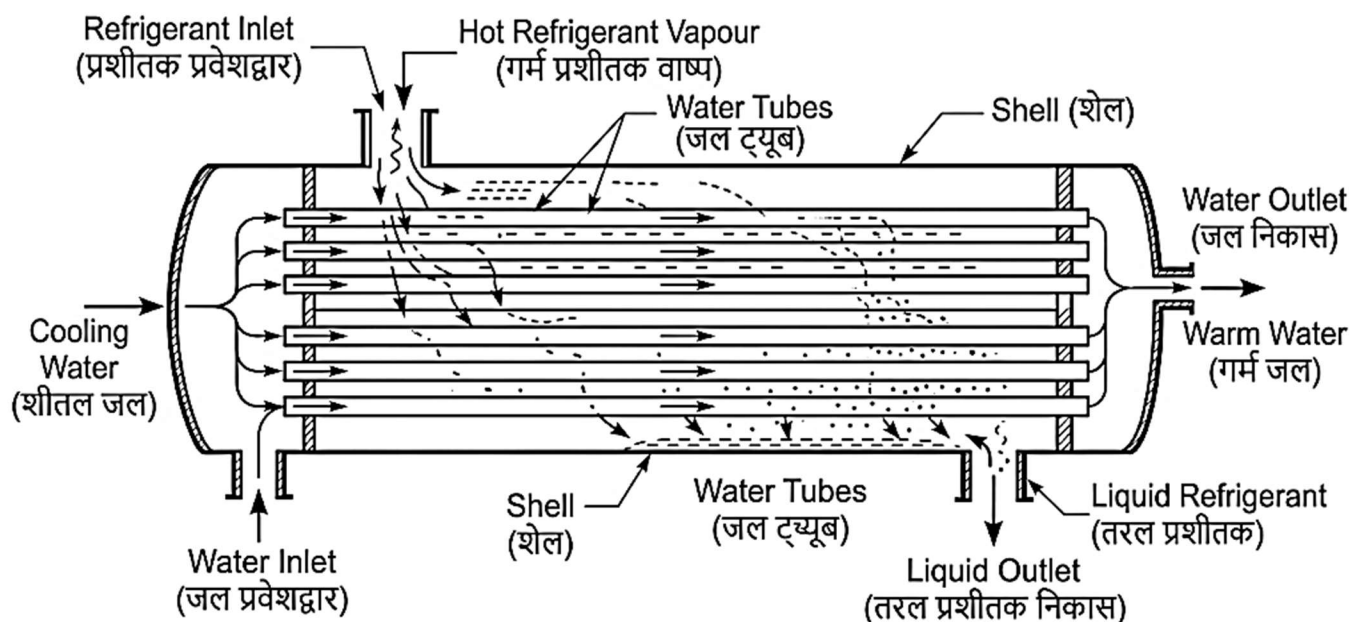


Fig. 2.1: Shell and Tube Type Water-Cooled Condenser | शेल और ट्यूब प्रकार जल शीतलित कंडेंसर

Introduction (Fig. 2.1)

Water cooled condensers are used in refrigeration and air conditioning systems where efficient heat rejection is required. In these condensers, water removes heat from high-pressure refrigerant vapour and converts it into liquid refrigerant.

Classification

The main types of water cooled condensers are double pipe type, shell and coil type, and shell and tube type. The shell and tube type is most commonly used in commercial and industrial plants.

Constructional Features

A water cooled condenser is made of a strong shell, water tubes or coil, refrigerant inlet, liquid outlet, water inlet, and water outlet. In shell and tube type, refrigerant flows around the tubes and water flows inside the tubes.

Working Principle

Hot refrigerant vapour from the compressor enters the condenser. Cooling water absorbs heat from the refrigerant. As heat is removed, the refrigerant condenses into liquid form. The warm water then leaves the condenser.

Applications

It is used in central AC plants, cold storages, and industrial refrigeration systems.

परिचय (Fig. 2.1)

जल शीतित संघनित्र का उपयोग प्रशीतन और वातानुकूलन प्रणालियों में किया जाता है, जहाँ प्रभावी ऊष्मा निष्कासन की आवश्यकता होती है। इन संघनित्रों में जल, उच्च दाब वाले प्रशीतक वाष्प से ऊष्मा को हटाता है और उसे द्रव प्रशीतक में परिवर्तित करता है।

वर्गीकरण

जल शीतित संघनित्र के मुख्य प्रकार डबल पाइप प्रकार, शेल एवं कॉइल प्रकार, तथा शेल एवं ट्यूब प्रकार हैं। शेल एवं ट्यूब प्रकार का उपयोग वाणिज्यिक और औद्योगिक संयंत्रों में सबसे अधिक किया जाता है।

संरचनात्मक विशेषताएँ

जल शीतित संघनित्र एक मजबूत शेल, जल नलिकाओं या कॉइल, प्रशीतक प्रवेश, द्रव निकास, जल प्रवेश, और जल निकास से बना होता है। शेल एवं ट्यूब प्रकार में प्रशीतक नलिकाओं के चारों ओर प्रवाहित होता है और जल नलिकाओं के भीतर प्रवाहित होता है।

कार्य सिद्धांत

संपीड़क से आने वाला गर्म प्रशीतक वाष्प संघनित्र में प्रवेश करता है। शीतलन जल, प्रशीतक से ऊष्मा को अवशोषित करता है। जैसे-जैसे ऊष्मा हटती है, प्रशीतक द्रव अवस्था में संघनित हो जाता है। इसके बाद गर्म जल संघनित्र से बाहर निकल जाता है।

अनुप्रयोग

इसका उपयोग सेंट्रल ए.सी. प्लांट, कोल्ड स्टोरेज, और औद्योगिक प्रशीतन प्रणालियों में किया जाता है।

2.2 Water Cooled Condenser – Construction and Working | जल शीतित संघनक – निर्माण और कार्यप्रणाली

SHELL AND TUBE WATER-COOLED CONDENSER / शेल और ट्यूब वाटर-कूल्ड कंडेंसर

Principle: Heat rejection from refrigerant to water causes **phase change (condensing)**

सिद्धांत: रेफ्रिजरेट से पानी तक ऊष्मा अस्वीकृति अवस्था परिवर्तन (संघनन) का कारण बनती है

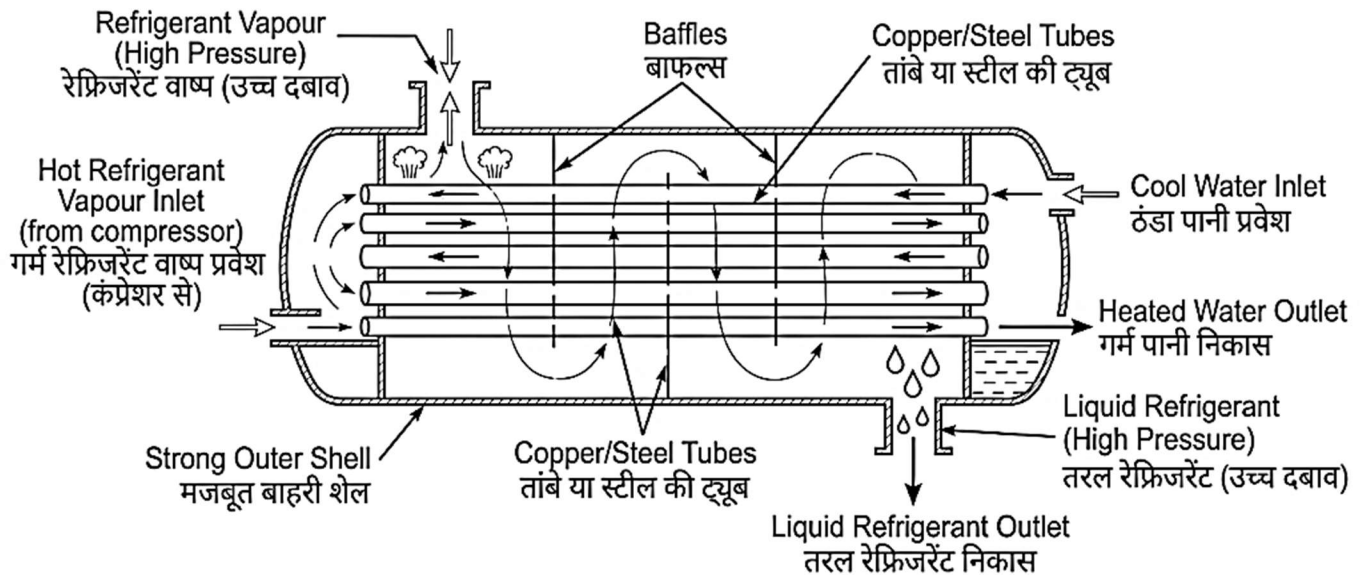


Fig. 2.2: Construction and Working of Shell and Tube Water-Cooled Condenser | शेल और ट्यूब वाटर-कूल्ड कंडेंसर की संरचना एवं कार्य सिद्धांत

Introduction (Fig. 2.2)

A water cooled condenser is used in refrigeration and air conditioning systems to remove heat from high-pressure refrigerant vapour. It is commonly used where better heat rejection is required than air cooled condensers.

Constructional Features

A water cooled condenser is generally made of a strong outer shell, copper or steel tubes, refrigerant inlet, liquid outlet, water inlet, and water outlet. In the shell and tube type, refrigerant vapour flows around the tubes, while cooling water flows inside the tubes. Baffles are provided inside the shell to improve heat transfer. The condenser body is designed to withstand high pressure and continuous operation.

Working Principle

Hot refrigerant vapour from the compressor enters the condenser shell. At the same time, cool water flows through the tubes. Heat from the refrigerant passes through the tube walls to the water. Due to loss of heat, the refrigerant vapour changes into high-pressure liquid refrigerant. The heated water leaves the condenser and may be sent to a cooling tower for reuse.

Applications

Water cooled condensers are used in central air conditioning plants, cold storages, water chillers, and

परिचय (Fig. 2.2)

जल शीतित संघनक का उपयोग प्रशीतन और वातानुकूलन प्रणालियों में उच्च-दाब वाले रेफ्रिजरेट वाष्प से ऊष्मा हटाने के लिए किया जाता है। इसका सामान्यतः वहाँ उपयोग किया जाता है जहाँ वायु शीतित संघनकों की तुलना में बेहतर ऊष्मा निष्कासन की आवश्यकता होती है।

संरचनात्मक विशेषताएँ

जल शीतित संघनक सामान्यतः एक मजबूत बाहरी खोल, ताँबे या इस्पात की नलियों, रेफ्रिजरेट प्रवेश, द्रव निर्गम, जल प्रवेश, और जल निर्गम से बना होता है। शेल और ट्यूब प्रकार में, रेफ्रिजरेट वाष्प नलियों के चारों ओर प्रवाहित होती है, जबकि शीतलन जल नलियों के अंदर प्रवाहित होता है। ऊष्मा अंतरण को सुधारने के लिए शेल के अंदर बैफल लगाए जाते हैं। संघनक का शरीर उच्च दाब और निरंतर संचालन को सहन करने के लिए अभिकल्पित किया जाता है।

कार्य सिद्धांत

संपीडक से आने वाली गर्म रेफ्रिजरेट वाष्प संघनक शेल में प्रवेश करती है। उसी समय, ठंडा जल नलियों के माध्यम से प्रवाहित होता है। रेफ्रिजरेट की ऊष्मा नलियों की दीवारों से होकर जल में चली जाती है। ऊष्मा के हास के कारण, रेफ्रिजरेट वाष्प उच्च-दाब द्रव रेफ्रिजरेट में परिवर्तित हो जाती है। गर्म हुआ जल संघनक से बाहर निकलता है और पुनः उपयोग के लिए उसे शीतलन टॉवर में भेजा जा सकता है।

अनुप्रयोग

जल शीतित संघनकों का उपयोग केंद्रीय वातानुकूलन संयंत्रों, कोल्ड स्टोरेज, जल चिलर्स, और औद्योगिक प्रशीतन प्रणालियों में किया

industrial refrigeration systems.

जाता है।

2.3 Descaling of Shell and Tube Condenser | शेल और ट्यूब कंडेंसर की डीस्केलिंग

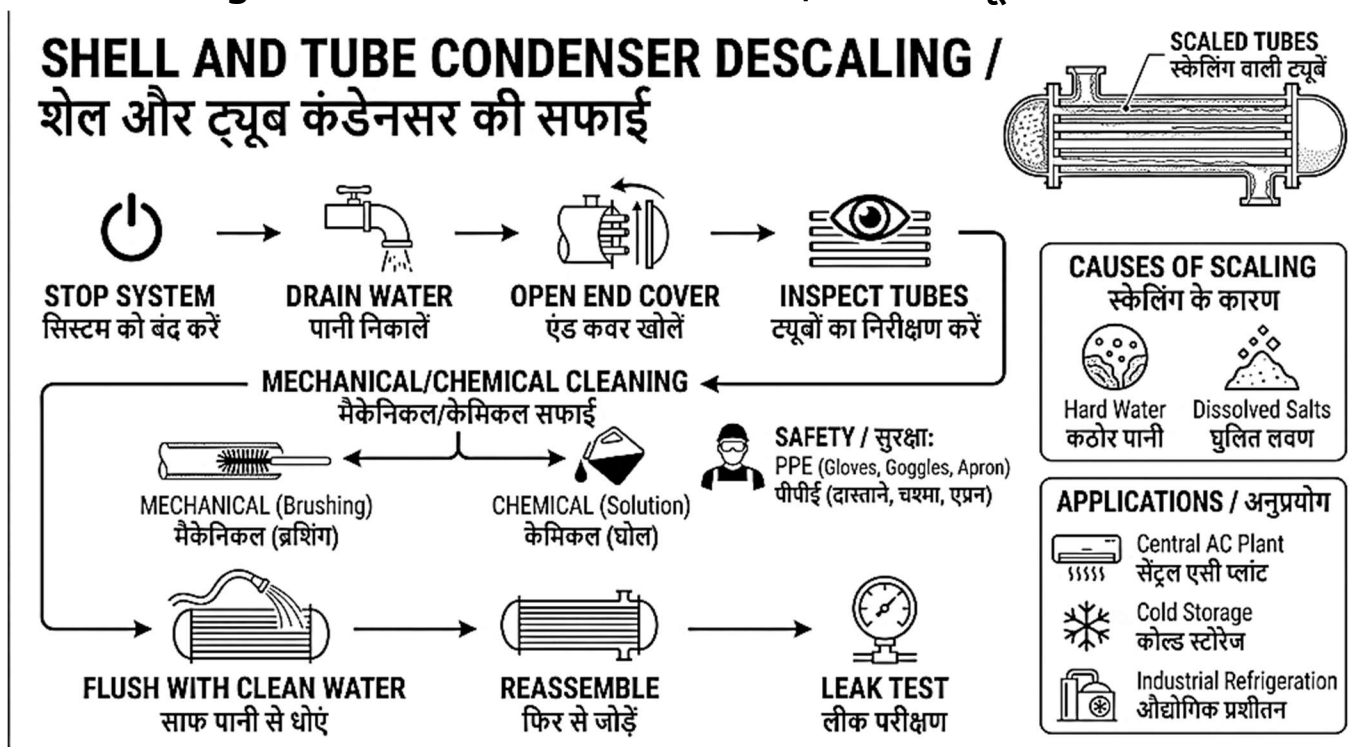


Fig. 2.3: Shell and Tube Condenser Descaling Procedure | शेल और ट्यूब कंडेंसर की सफाई प्रक्रिया

Introduction (Fig. 2.3)

Descaling of a shell and tube condenser means removing hard deposits such as salt, lime, rust, and mineral scale from the inner water side of the tubes. In refrigeration and air conditioning plants, scaling reduces heat transfer and affects condenser performance. Regular descaling is necessary to maintain proper cooling, reduce power consumption, and protect the condenser from damage.

Causes of Scaling

Scaling is mainly caused by hard water, dissolved salts, mud, rust particles, and poor water treatment. Continuous circulation of untreated water forms deposits on tube surfaces. This reduces water flow and increases condensing temperature and pressure.

Procedure

First, stop the system and isolate the condenser from water and refrigerant lines as required. Drain the water completely. Open the water boxes or end covers. Inspect the tubes for scale formation. Clean the tubes by mechanical brushing or by using a suitable chemical descaling solution. Flush the condenser with clean water to remove loose deposits and chemicals. Reassemble the parts and check for leakage.

Safety Precautions

Wear gloves, goggles, and apron. Use chemicals

www.teachtoindia.com

परिचय (Fig. 2.3)

शेल और ट्यूब कंडेंसर की डीस्केलिंग का अर्थ है ट्यूबों के अंदरूनी जल पक्ष से नमक, चूना, जंग तथा खनिज स्केल जैसे कठोर जमावों को हटाना। प्रशीतन और वातानुकूलन संयंत्रों में स्केल जमने से ऊष्मा अंतरण कम हो जाता है और कंडेंसर का कार्य प्रभावित होता है। उचित शीतलन बनाए रखने, विद्युत खपत कम करने तथा कंडेंसर को क्षति से बचाने के लिए नियमित डीस्केलिंग आवश्यक है।

स्केलिंग के कारण

स्केलिंग मुख्य रूप से कठोर जल, घुले हुए लवण, कीचड़, जंग कण तथा खराब जल उपचार के कारण होती है। बिना उपचारित जल के निरंतर परिसंचरण से ट्यूब की सतहों पर जमाव बन जाता है। इससे जल प्रवाह कम हो जाता है तथा संचनन तापमान और दाब बढ़ जाते हैं।

प्रक्रिया

सबसे पहले सिस्टम को बंद करें और आवश्यकता अनुसार कंडेंसर को जल तथा रेफ्रिजेंट लाइनों से पृथक करें। जल को पूरी तरह निकाल दें। वाटर बॉक्स या एंड कवर खोलें। ट्यूबों में स्केल जमाव की जाँच करें। ट्यूबों को यांत्रिक ब्रशिंग द्वारा या उपयुक्त रासायनिक डीस्केलिंग घोल का उपयोग करके साफ करें। ढीले जमाव और रसायनों को हटाने के लिए कंडेंसर को स्वच्छ जल से फ्लश करें। भागों को पुनः संयोजित करें और रिसाव की जाँच करें।

सुरक्षा सावधानियाँ

दस्ताने, गॉगल्स और एप्रन पहनें। रसायनों का सावधानीपूर्वक उपयोग

carefully. Ensure proper ventilation. Do not damage the tubes during brushing. Dispose of chemical waste safely.

Applications

Descaling is commonly done in central AC plants, cold storages, and industrial refrigeration systems using water cooled condensers.

करें। उचित वेंटिलेशन सुनिश्चित करें। ब्रशिंग के दौरान ट्यूबों को क्षति न पहुँचाएँ। रासायनिक अपशिष्ट का सुरक्षित निपटान करें।

अनुप्रयोग

डीस्केलिंग सामान्यतः केंद्रीय ए.सी. संयंत्रों, कोल्ड स्टोरेज तथा जल-शीतित कंडेंसर वाले औद्योगिक प्रशीतन तंत्रों में की जाती है।

इसका उपयोग केंद्रीय ए.सी. संयंत्रों, कोल्ड स्टोरेज तथा औद्योगिक प्रशीतन तंत्रों में किया जाता है।

2.4 Evaporative Condensers | वाष्पीकरणीय संघनक

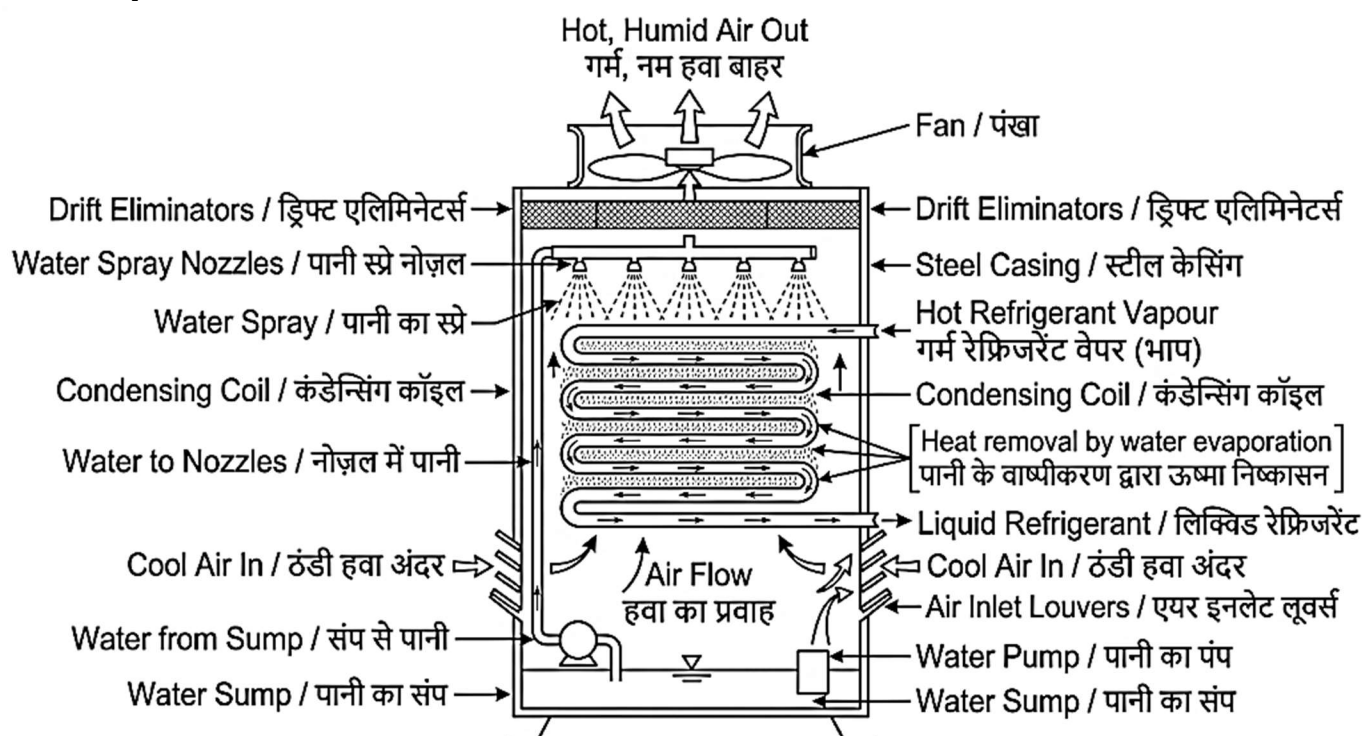


Fig. 2.4: Evaporative Condenser Construction and Working Principle | इवैपोरेटिव कंडेंसर की संरचना एवं कार्य सिद्धांत

Introduction (Fig. 2.4)

An evaporative condenser is a condenser in which refrigerant vapour is condensed by the combined action of water spray and moving air. It removes heat from the refrigerant by evaporating a small part of the water sprayed over the coil. This type of condenser is used where water saving and better heat transfer are important.

Constructional features

It consists of a steel casing, condensing coil, water spray nozzles, fan, water sump, pump, eliminators, and air inlet louvers. The refrigerant flows inside the coil. Water is sprayed over the outer surface of the coil, and air is drawn or forced through the unit by a fan. Drift eliminators reduce water loss.

Working principle

Hot refrigerant vapour enters the condensing coil. Water is sprayed on the coil surface while air passes over it. A part of the water evaporates and absorbs heat from the refrigerant. Due to this heat removal,

परिचय (Fig. 2.4)

वाष्पीकरणीय संघनक वह संघनक है जिसमें रेफ्रिजरेट वाष्प का संघनन जल स्प्रे और गतिमान वायु की संयुक्त क्रिया द्वारा किया जाता है। यह कॉइल पर छिड़के गए जल के एक छोटे भाग को वाष्पित करके रेफ्रिजरेट से ऊष्मा हटाता है। इस प्रकार का संघनक वहाँ उपयोग किया जाता है जहाँ जल की बचत और बेहतर ऊष्मा स्थानांतरण महत्वपूर्ण होते हैं।

संरचनात्मक विशेषताएँ

इसमें स्टील केसिंग, संघनक कॉइल, जल स्प्रे नोजल, पंखा, जल संप, पंप, एलिमिनेटर और वायु प्रवेश लूवर होते हैं। रेफ्रिजरेट कॉइल के अंदर प्रवाहित होता है। जल को कॉइल की बाहरी सतह पर स्प्रे किया जाता है, और पंखे द्वारा वायु को यूनिट के आर-पार खींचा या प्रवाहित किया जाता है। ड्रिफ्ट एलिमिनेटर जल की हानि को कम करते हैं।

कार्य सिद्धांत

गर्म रेफ्रिजरेट वाष्प संघनक कॉइल में प्रवेश करता है। कॉइल की सतह पर जल स्प्रे किया जाता है जबकि उसके ऊपर से वायु प्रवाहित होती है। जल का एक भाग वाष्पित होकर रेफ्रिजरेट से ऊष्मा अवशोषित करता है। इस ऊष्मा निष्कासन के कारण रेफ्रिजरेट वाष्प

the refrigerant vapour condenses into liquid. The remaining water falls into the sump and is recirculated by the pump.

Merits and demerits

It has better heat transfer, lower condensing temperature, compact size, and less water use than water-cooled systems. Its demerits are scaling, corrosion, regular maintenance, and water treatment requirement.

Applications

Used in cold storages, commercial refrigeration plants, and medium-capacity air conditioning systems.

द्रव में संघनित हो जाती है। शेष जल सम्प में गिरता है और पंप द्वारा पुनः परिसंचरित किया जाता है।

लाभ और हानियाँ

इसमें बेहतर ऊष्मा स्थानांतरण, कम संघनन तापमान, सघन आकार, और जल-शीतित प्रणालियों की तुलना में कम जल उपयोग होता है। इसकी हानियाँ स्केलिंग, संक्षारण, नियमित रखरखाव, और जल उपचार की आवश्यकता हैं।

अनुप्रयोग

इसे कोल्ड स्टोरेज, वाणिज्यिक प्रशीतन संयंत्रों, और मध्यम क्षमता वाले वातानुकूलन प्रणालियों में उपयोग किया जाता है।

2.5 Cooling Tower | कूलिंग टॉवर

WORKING PRINCIPLE & CONSTRUCTION | कार्य सिद्धांत और संरचना COOLING TOWER CLASSIFICATION | कूलिंग टावर वर्गीकरण
(Induced Draft Counter-flow) | (प्रेरित ड्राफ्ट काउंटर-फ्लो)

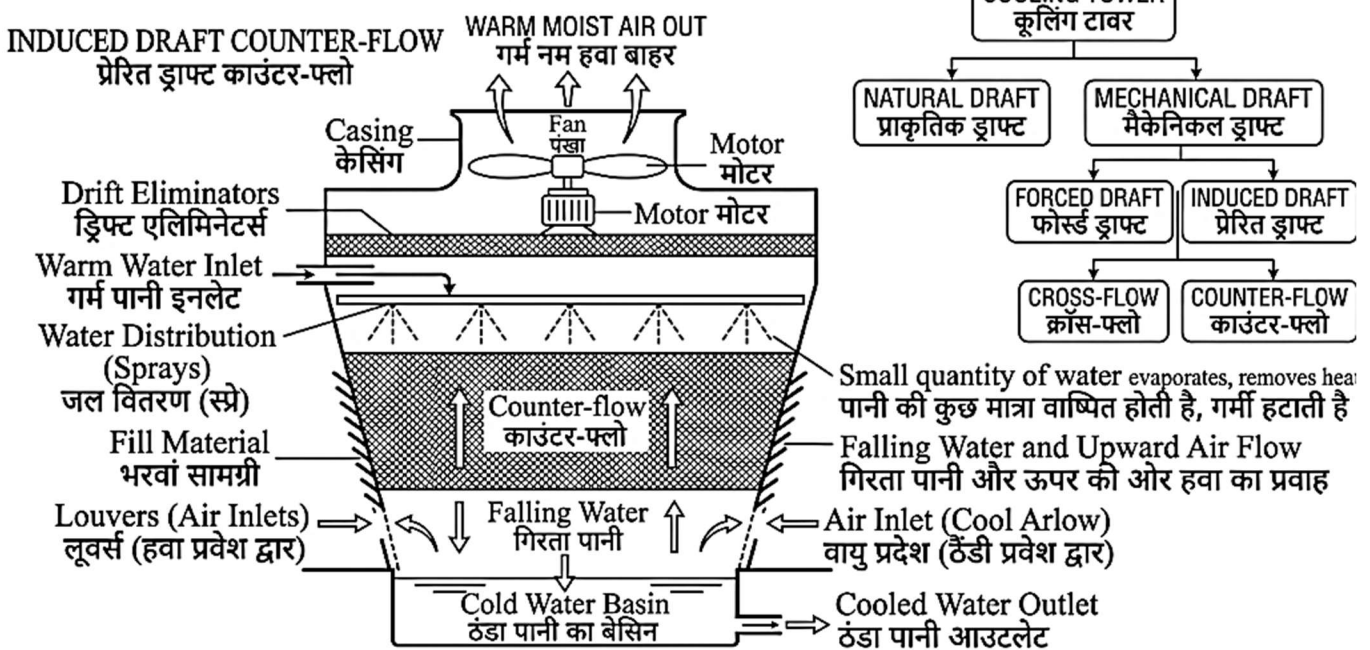


Fig. 2.5: Construction and Classification of Cooling Tower | कूलिंग टावर की संरचना एवं वर्गीकरण

Introduction (Fig. 2.5)

A cooling tower is a heat rejection device used to cool warm water by direct contact with air. In refrigeration and air-conditioning plants, it cools the condenser water and sends it back for reuse. It saves water and improves system performance.

Basis of Classification of Cooling Towers

Cooling towers are classified according to the method of air movement, water flow arrangement, and construction. Proper classification helps in selecting a suitable cooling tower according to cooling capacity, water circulation, installation space, and operating conditions.

The main basis of classification are:

- **According to Air Movement**
 - Natural Draft Cooling Tower

परिचय (Fig. 2.5)

कूलिंग टॉवर एक ऊष्मा निष्कासन उपकरण है, जिसका उपयोग वायु के सीधे संपर्क द्वारा गर्म पानी को ठंडा करने के लिए किया जाता है। प्रशीतन और वातानुकूलन संयंत्रों में यह कंडेंसर के पानी को ठंडा करता है और पुनः उपयोग हेतु वापस भेजता है। यह पानी की बचत करता है और प्रणाली के प्रदर्शन में सुधार करता है।

शीतलन टावर के वर्गीकरण का आधार

शीतलन टावरों का वर्गीकरण वायु की गति, जल प्रवाह की व्यवस्था तथा निर्माण के आधार पर किया जाता है। उचित वर्गीकरण से शीतलन क्षमता, जल परिसंचरण, स्थापना स्थान तथा कार्य परिस्थितियों के अनुसार उपयुक्त शीतलन टावर का चयन करना आसान होता है।

वर्गीकरण के मुख्य आधार निम्नलिखित हैं:

- **वायु की गति (Air Movement) के आधार पर**
 - प्राकृतिक ड्राफ्ट शीतलन टावर
 - यांत्रिक ड्राफ्ट शीतलन टावर

- Mechanical Draft Cooling Tower
- **According to Mechanical Draft**
 - Forced Draft Cooling Tower
 - Induced Draft Cooling Tower
- **According to Water and Air Flow**
 - Cross Flow Cooling Tower
 - Counter Flow Cooling Tower
- **According to Construction**
 - Factory Assembled Cooling Tower
 - Field Erected Cooling Tower

Classification

Cooling towers are classified on the following basis:

1. According to Air Movement

- Natural Draft Cooling Tower
- Mechanical Draft Cooling Tower

2. According to Mechanical Draft

- Forced Draft Cooling Tower
- Induced Draft Cooling Tower

3. According to Water Flow

- Cross Flow Cooling Tower
- Counter Flow Cooling Tower

4. According to Construction

- Factory Assembled Cooling Tower
- Field Erected Cooling Tower

Construction and Working of Cooling Tower Types

Natural Draft Cooling Tower

Large hyperbolic towers use natural air movement caused by density difference. Warm water is distributed at the top and falls through the fill material. Cool air enters from the bottom and rises naturally. Heat is removed by evaporation.

Mechanical Draft Cooling Tower

A fan is used to move air through the tower. Mechanical draft towers provide better cooling efficiency and are widely used in refrigeration plants.

Forced Draft Cooling Tower

The fan is installed at the air inlet and pushes air into the tower.

Induced Draft Cooling Tower

The fan is installed at the top and pulls air upward through the tower. This type is most commonly used because it provides better air distribution and cooling efficiency.

Cross Flow Cooling Tower

Air moves horizontally while water falls vertically.

Counter Flow Cooling Tower

Air moves upward opposite to the downward flow of water, resulting in higher heat transfer efficiency.

- **यांत्रिक ड्राफ्ट (Mechanical Draft) के आधार पर**
 - फोर्स ड्राफ्ट शीतलन टावर
 - इंड्यूस्ड ड्राफ्ट शीतलन टावर
- **जल एवं वायु प्रवाह (Water and Air Flow) के आधार पर**
 - क्रॉस फ्लो शीतलन टावर
 - काउंटर फ्लो शीतलन टावर
- **निर्माण (Construction) के आधार पर**
 - फैक्टरी असेंबल्ड शीतलन टावर
 - फील्ड इरेक्टेड शीतलन टावर

वर्गीकरण

शीतलन टावरों का वर्गीकरण निम्नलिखित आधारों पर किया जाता है:

1. वायु की गति (Air Movement) के आधार पर

- प्राकृतिक ड्राफ्ट शीतलन टावर
- यांत्रिक ड्राफ्ट शीतलन टावर

2. यांत्रिक ड्राफ्ट (Mechanical Draft) के आधार पर

- फोर्स ड्राफ्ट शीतलन टावर
- इंड्यूस्ड ड्राफ्ट शीतलन टावर

3. जल प्रवाह (Water Flow) के आधार पर

- क्रॉस फ्लो शीतलन टावर
- काउंटर फ्लो शीतलन टावर

4. निर्माण (Construction) के आधार पर

- फैक्टरी असेंबल्ड शीतलन टावर
- फील्ड इरेक्टेड शीतलन टावर

कूलिंग टॉवर के प्रकारों की संरचना एवं कार्य

प्राकृतिक ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर

बड़े हाइपरबोलिक आकार के टॉवर प्राकृतिक वायु प्रवाह का उपयोग करते हैं, जो घनत्व के अंतर के कारण उत्पन्न होता है। गर्म पानी को ऊपर से वितरित किया जाता है और यह फिल सामग्री से होकर नीचे गिरता है। ठंडी हवा नीचे से प्रवेश करती है और प्राकृतिक रूप से ऊपर उठती है। वाष्पीकरण द्वारा ऊष्मा बाहर निकल जाती है।

यांत्रिक ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर

इस प्रकार के कूलिंग टॉवर में पंखे का उपयोग करके हवा को टॉवर के अंदर प्रवाहित किया जाता है। यांत्रिक ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर बेहतर शीतलन दक्षता प्रदान करते हैं और रेफ्रिजरेशन संयंत्रों में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं।

फोर्स ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर

इस प्रकार में पंखा वायु प्रवेश स्थान पर लगाया जाता है, जो हवा को टॉवर के अंदर धकेलता है।

इंड्यूस्ड ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर

इस प्रकार में पंखा टॉवर के ऊपरी भाग में लगाया जाता है, जो हवा को ऊपर की ओर खींचता है। यह सबसे अधिक उपयोग किया जाने वाला प्रकार है क्योंकि यह बेहतर वायु वितरण और शीतलन दक्षता प्रदान करता है।

क्रॉस फ्लो कूलिंग टॉवर

इस प्रकार में हवा क्षैतिज दिशा में चलती है, जबकि पानी ऊर्ध्वाधर दिशा में नीचे की ओर गिरता है।

काउंटर फ्लो कूलिंग टॉवर

इस प्रकार में हवा ऊपर की ओर और पानी नीचे की ओर प्रवाहित होता है। विपरीत दिशा में प्रवाह होने के कारण ऊष्मा स्थानांतरण की दक्षता अधिक होती है।

Efficiency, approach and range

Range = Hot water inlet temperature – Cold water outlet temperature.

Approach = Cold water outlet temperature – Wet bulb temperature.

Higher efficiency means better cooling.

Merits and demerits

Cooling towers save water, improve condenser cooling, and reduce operating cost. Their disadvantages are scaling, maintenance, water loss, and need of water treatment.

Applications

Used in central AC plants, water-cooled condensers, refrigeration plants, and industries.

Numerical Problems

Numericals are based on calculation of range, approach, and tower efficiency.

दक्षता, एप्रोच और रेंज

रेंज = गर्म पानी के प्रवेश तापमान – ठंडे पानी के निकास तापमान।

एप्रोच = ठंडे पानी के निकास तापमान – वेट बल्ब तापमान।

अधिक दक्षता का अर्थ बेहतर शीतलन है।

लाभ और हानियाँ

कूलिंग टॉवर पानी की बचत करते हैं, कंडेंसर शीतलन में सुधार करते हैं, और परिचालन लागत कम करते हैं। इनके नुकसान हैं स्केलिंग, रखरखाव, पानी की हानि, और जल उपचार की आवश्यकता।

अनुप्रयोग

इनका उपयोग सेंट्रल एसी प्लांट, जल-शीतित कंडेंसर, प्रशीतन संयंत्रों, और उद्योगों में किया जाता है।

संख्यात्मक प्रश्न

संख्यात्मक प्रश्न रेंज, एप्रोच, और टॉवर दक्षता की गणना पर आधारित होते हैं।

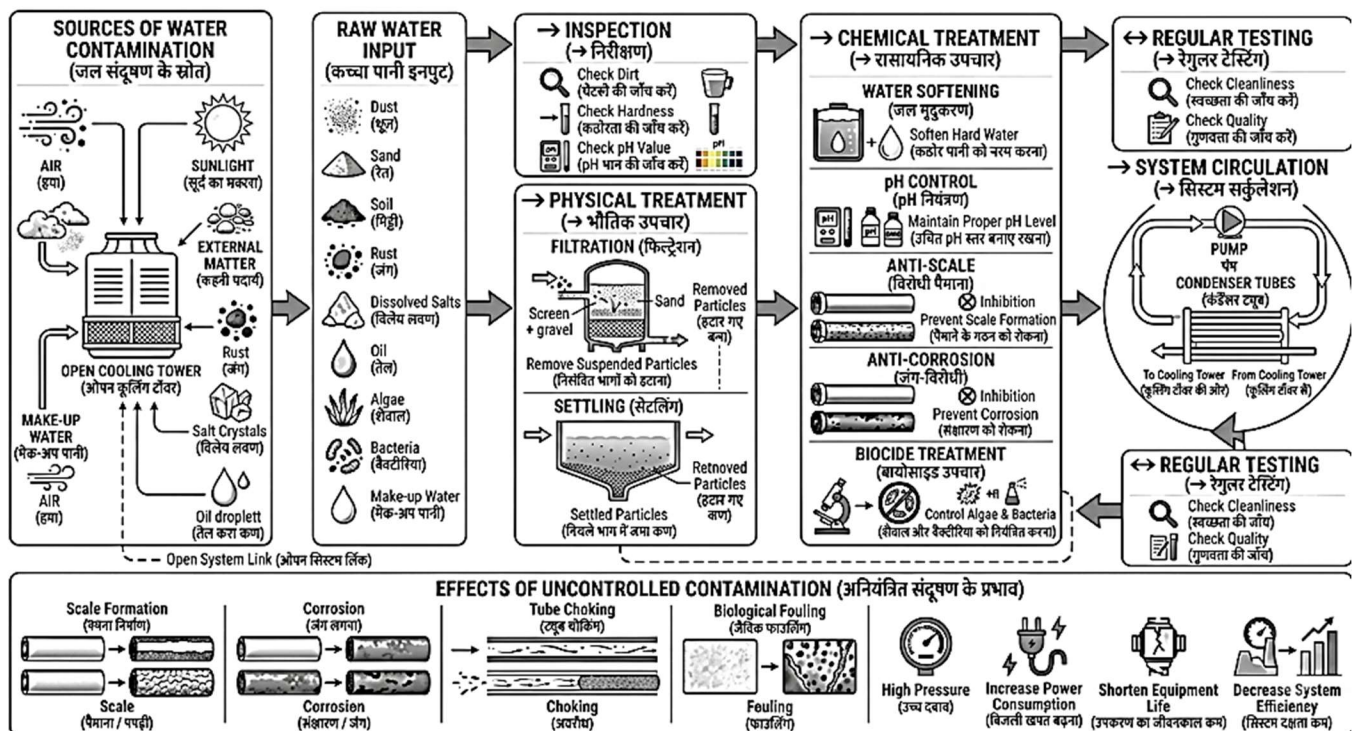
2.6 Sources of Water Contamination | जल संदूषण के स्रोत

Fig. 2.6: Water Treatment and Contamination Control in Cooling Systems | कूलिंग सिस्टम में जल उपचार एवं संदूषण नियंत्रण

Introduction (Fig. 2.6)

Water contamination in refrigeration and air-conditioning water systems is caused by dust, sand, मिट्टी, rust, dissolved salts, oil, algae, bacteria, and other suspended impurities. These impurities generally enter through make-up water, open cooling towers, corroded pipes, and leakage of outside matter into the system. In open water circulation systems, air and sunlight also increase biological growth.

परिचय (Fig. 2.6)

प्रशीतन और वातानुकूलन जल प्रणालियों में जल संदूषण धूल, रेत, मिट्टी, जंग, घुले हुए लवण, तेल, शैवाल, जीवाणु तथा अन्य निलंबित अशुद्धियों के कारण होता है। ये अशुद्धियाँ सामान्यतः मेक-अप वाटर, खुले कूलिंग टावर, क्षरित पाइपों तथा बाहरी पदार्थों के सिस्टम में रिसाव के माध्यम से प्रवेश करती हैं। खुले जल परिसंचरण प्रणालियों में वायु और सूर्य प्रकाश भी जैविक वृद्धि को बढ़ाते हैं।

Effects on System

Contaminated water causes scale formation, corrosion, choking of condenser tubes, and biological fouling. These problems reduce heat transfer, increase condensing pressure, increase power consumption, and decrease system efficiency. If contamination is not controlled, the life of condenser tubes, pumps, and cooling tower parts becomes shorter.

Classification of Water Treatment

Physical Water Treatment

- Settling
- Straining
- Filtration
- Boiling
- Distillation

Chemical Water Treatment

- Softening
- pH Control
- Anti-scale Treatment
- Anti-corrosion Treatment
- Biocide Treatment

Common Water Treatment Terms

Boiling

Boiling is a physical method of water treatment in which water is heated to its boiling point. Temporary hardness causing salts are removed and harmful microorganisms are killed. Boiling is mainly used for small quantities of water.

Distillation

Distillation is a purification process in which water is boiled to produce steam and the steam is condensed to obtain pure water. Dissolved salts, minerals, and impurities remain behind. Distilled water is used in laboratories, batteries, and special refrigeration applications.

Procedure

First, the water is inspected for dirt, hardness, and pH value. After that, suspended impurities are removed by filtration or settling. Then suitable chemicals are added according to the condition of water. The treated water is circulated in the system and checked regularly for cleanliness and quality.

Applications

Water treatment is used in water cooled condensers, shell and tube condensers, evaporative condensers, and cooling tower systems. For example, in a shell and tube condenser, proper water treatment prevents scale formation inside tubes and maintains good cooling efficiency.

सिस्टम पर प्रभाव

संदूषित जल के कारण स्केल बनना, क्षरण, कंडेंसर ट्यूबों का चोक होना तथा जैविक फाउलिंग होती है। ये समस्याएँ ऊष्मा अंतरण को कम करती हैं, संघनन दाब को बढ़ाती हैं, विद्युत खपत बढ़ाती हैं तथा सिस्टम की कार्यक्षमता को घटाती हैं। यदि संदूषण को नियंत्रित नहीं किया जाता, तो कंडेंसर ट्यूबों, पंपों और कूलिंग टावर के भागों का जीवन कम हो जाता है।

जल उपचार का वर्गीकरण

जल के भौतिक उपचार

- अवसादन (Settling)
- छानना (Straining)
- निस्पंदन (Filtration)
- उबालना (Boiling)
- आसवन (Distillation)

जल के रासायनिक उपचार

- जल मृदुकरण (Softening)
- pH नियंत्रण (pH Control)
- स्केल-रोधी उपचार (Anti-scale Treatment)
- संक्षारण-रोधी उपचार (Anti-corrosion Treatment)
- जैव-नाशक उपचार (Biocide Treatment)

जल उपचार में प्रयुक्त सामान्य शब्दावली

उबालना (Boiling)

उबालना जल उपचार की एक भौतिक विधि है, जिसमें पानी को उसके क्वथनांक (उबलने के तापमान) तक गर्म किया जाता है। इससे अस्थायी कठोरता उत्पन्न करने वाले लवण हट जाते हैं तथा हानिकारक सूक्ष्मजीव नष्ट हो जाते हैं। उबालने की विधि का उपयोग मुख्य रूप से कम मात्रा में पानी के लिए किया जाता है।

आसवन (Distillation)

आसवन जल शुद्धिकरण की एक प्रक्रिया है, जिसमें पानी को उबालकर भाप बनाई जाती है तथा भाप को संघनित करके शुद्ध जल प्राप्त किया जाता है। घुले हुए लवण, खनिज तथा अशुद्धियाँ पीछे रह जाती हैं। आसुत जल का उपयोग प्रयोगशालाओं, बैटरियों तथा विशेष प्रशीतन अनुप्रयोगों में किया जाता है।

प्रक्रिया

सबसे पहले जल की गंदगी, कठोरता और pH मान की जाँच की जाती है। इसके बाद निलंबित अशुद्धियों को निस्पंदन या अवसादन द्वारा हटाया जाता है। फिर जल की स्थिति के अनुसार उपयुक्त रसायन मिलाए जाते हैं। उपचारित जल को सिस्टम में परिसंचालित किया जाता है और स्वच्छता तथा गुणवत्ता के लिए नियमित रूप से जाँचा जाता है।

अनुप्रयोग

जल उपचार का उपयोग जल-शीतित कंडेंसर, शेल एंड ट्यूब कंडेंसर, वाष्पीकरणीय कंडेंसर तथा कूलिंग टावर प्रणालियों में किया जाता है। उदाहरण के लिए, शेल एंड ट्यूब कंडेंसर में उचित जल उपचार ट्यूबों के भीतर स्केल बनने से रोकता है और अच्छी शीतलन कार्यक्षमता बनाए रखता है।

MCQ's | बहुविकल्पीय प्रश्न

Q1. What is the primary function of a water-cooled condenser? / वाटर-कूल्ड कंडेंसर का मुख्य कार्य क्या है?

- (a) To transfer heat from refrigerant to water / रेफ्रिजरेट से पानी में गर्मी स्थानांतरित करना
- (b) To increase refrigerant pressure / रेफ्रिजरेट का दबाव बढ़ाना
- (c) To store refrigerant / रेफ्रिजरेट को स्टोर करना
- (d) To reduce water temperature / पानी के तापमान को कम करना

Ans. a | Sol. : The water-cooled condenser removes heat from the refrigerant by transferring it to the circulating water, ensuring efficient cooling. / वाटर-कूल्ड कंडेंसर रेफ्रिजरेट से गर्मी को सर्कुलेशन पानी में स्थानांतरित करता है, जो कुशल शीतलन सुनिश्चित करता है।

Q2. Why is descaling necessary for a water-cooled condenser? / वाटर-कूल्ड कंडेंसर के लिए डेस्केलिंग क्यों आवश्यक है?

- (a) To remove refrigerant residue / रेफ्रिजरेट अवशेष को हटाने के लिए
- (b) To prevent corrosion / संक्षारण को रोकने के लिए
- (c) To remove scale deposits inside the tubes / ट्यूबों के अंदर के स्केल जमाव को हटाने के लिए
- (d) To increase the flow rate of water / पानी की प्रवाह दर बढ़ाने के लिए

Ans. c | Sol. : Scale deposits reduce the heat transfer efficiency in condensers and must be removed through descaling. / स्केल जमाव कंडेंसर में गर्मी हस्तांतरण दक्षता को कम करता है और इसे डेस्केलिंग के माध्यम से हटाना चाहिए।

Q3. Which part of an evaporative condenser facilitates water evaporation? / इवैपोरेटिव कंडेंसर का कौन सा भाग पानी के वाष्पीकरण को सक्षम करता है?

- (a) Fins / फिन्स
- (b) Spray nozzles / स्प्रे नोजल
- (c) Cooling pads / कूलिंग पैड
- (d) Fans / पंखे

Ans. b | Sol. : Spray nozzles distribute water over the condenser coils, enabling evaporation and efficient cooling. / स्प्रे नोजल कंडेंसर कॉइल पर पानी वितरित करते हैं, जिससे वाष्पीकरण और कुशल शीतलन सक्षम होता है।

Q4. What is the primary purpose of fill material in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में फिल सामग्री का मुख्य उद्देश्य क्या है?

- (a) To increase water flow / पानी के प्रवाह को बढ़ाना
- (b) To maximize contact between air and water / हवा और पानी के बीच संपर्क को अधिकतम करना
- (c) To reduce noise / शोर को कम करना
- (d) To prevent water leakage / पानी के रिसाव को रोकना

Ans. b | Sol. : Fill material enhances heat transfer by increasing the surface area where air and water interact. / फिल सामग्री गर्मी स्थानांतरण को बढ़ाती है क्योंकि यह हवा और पानी के संपर्क क्षेत्र को बढ़ाती है।

Q5. What is meant by the term "approach" in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में "एप्रोच" शब्द का क्या अर्थ है?

- (a) Difference between inlet and outlet air temperature / इनलेट और आउटलेट हवा के तापमान के बीच का अंतर
- (b) Difference between inlet water temperature and wet bulb temperature / इनलेट पानी के तापमान और वेट बल्ब तापमान के बीच का अंतर
- (c) Difference between air and water flow rate / हवा और पानी के प्रवाह दर के बीच का अंतर
- (d) Difference between condenser and cooling tower capacity / कंडेंसर और कूलिंग टॉवर की क्षमता के बीच का अंतर

Ans. b | Sol. : Approach measures how close the cooled water temperature is to the wet bulb temperature, indicating cooling tower performance. / एप्रोच मापता है कि ठंडा पानी का तापमान वेट बल्ब तापमान के कितना करीब है, जो कूलिंग टॉवर के प्रदर्शन को इंगित करता है।

Q6. Why is pH monitoring important in water treatment for cooling towers? / कूलिंग टॉवर के पानी के उपचार में पीएच मॉनिटरिंग क्यों महत्वपूर्ण है?

- (a) To prevent corrosion / संक्षारण को रोकने के लिए
- (b) To avoid scale formation / स्केल बनने से बचने के लिए
- (c) To maintain system efficiency / सिस्टम दक्षता बनाए रखने के लिए
- (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Monitoring and maintaining proper pH levels prevents corrosion, scaling, and ensures system efficiency. / पीएच स्तर की निगरानी और रखरखाव संक्षारण, स्केलिंग को रोकता है और सिस्टम की दक्षता सुनिश्चित करता है।

Q7. Which chemical is commonly used to prevent scaling in water-cooled systems? / पानी-कूल्ड सिस्टम में स्केलिंग को रोकने के लिए आमतौर पर कौन सा रसायन उपयोग किया जाता है?

- (a) Phosphates / फॉस्फेट
- (b) Sulfates / सल्फेट
- (c) Nitrates / नाइट्रेट
- (d) Chlorides / क्लोराइड

Ans. a | Sol. : Phosphates are added to prevent scaling by binding with calcium and magnesium ions in water. / फॉस्फेट को पानी में कैल्शियम और मैग्नीशियम आयनों के साथ बंधने के लिए जोड़ा जाता है।

Q8. What is the function of a conductivity meter in water treatment? / वाटर ट्रीटमेंट में कंडक्टिविटी मीटर का कार्य क्या है?

- (a) To measure dissolved solids in water / पानी में घुले ठोस पदार्थों को मापना
- (b) To measure water pH levels / पानी के पीएच स्तर को मापना
- (c) To measure turbidity / गंदलेपन को मापना
- (d) To measure water pressure / पानी का दबाव मापना

Ans. a | Sol. : A conductivity meter measures the ionic content of water, which indicates the level of dissolved solids. / कंडक्टिविटी मीटर पानी के आयनिक सामग्री को मापता है, जो घुले ठोस पदार्थों के स्तर को इंगित करता है।

Q9. What is the effect of scaling on cooling tower performance? / कूलिंग टॉवर के प्रदर्शन पर स्केलिंग का क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Increased efficiency / दक्षता में वृद्धि
- (b) Reduced heat transfer / गर्मी स्थानांतरण में कमी
- (c) Improved water flow / पानी के प्रवाह में सुधार
- (d) Increased water evaporation / पानी के वाष्पीकरण में वृद्धि

Ans. b | Sol. : Scaling creates an insulating layer, reducing heat transfer efficiency in the cooling tower. / स्केलिंग एक इन्सुलेटिंग परत बनाता है, जिससे कूलिंग टॉवर में गर्मी स्थानांतरण दक्षता कम हो जाती है।

Q10. What is the impact of contaminated cooling tower water on condenser efficiency? / दूषित कूलिंग टॉवर पानी का कंडेंसर दक्षता पर क्या प्रभाव पड़ता है?

- (a) Reduced heat transfer efficiency / गर्मी स्थानांतरण दक्षता में कमी
- (b) Increased refrigerant flow / रेफ्रिजरेट प्रवाह में वृद्धि
- (c) No significant impact / कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं
- (d) Increased water consumption / पानी की खपत में वृद्धि

Ans. a | Sol. : Contaminated water affects heat transfer in the condenser, leading to reduced system performance. / दूषित पानी कंडेंसर में गर्मी स्थानांतरण को प्रभावित करता है।

Q11. Why is a cooling tower fan belt inspected regularly? / कूलिंग टॉवर के पंखे की बेल्ट का नियमित निरीक्षण क्यों किया जाता है?

- (a) To prevent slippage / स्लिपेज को रोकने के लिए
- (b) To ensure proper airflow / उचित वायु प्रवाह सुनिश्चित करने के लिए
- (c) To avoid mechanical damage / यांत्रिक क्षति से बचने के लिए
- (d) All of the above / उपरोक्त सभी

Ans. d | Sol. : Inspecting the fan belt prevents slippage, ensures airflow, and avoids wear that could lead to damage. / पंखे की बेल्ट का निरीक्षण स्लिपेज को रोकता है और उचित वायु प्रवाह सुनिश्चित करता है।

Q12. What is a critical maintenance step for drift eliminators in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में ड्रिफ्ट एलिमिनेटर के लिए एक महत्वपूर्ण रखरखाव कदम क्या है?

- (a) Cleaning to prevent clogging / क्लॉगिंग को रोकने के लिए सफाई करना
- (b) Replacing every month / हर महीने बदलना
- (c) Applying lubricant / स्नेहक लगाना
- (d) Increasing fan speed / पंखे की गति बढ़ाना

Ans. a | Sol. : Drift eliminators must be cleaned regularly to avoid blockages that reduce efficiency. / ड्रिफ्ट एलिमिनेटर को नियमित रूप से साफ किया जाना चाहिए।

Q13. Which cooling tower component prevents large debris from entering the system? / कौन सा कूलिंग टॉवर घटक बड़े मलबे को सिस्टम में प्रवेश करने से रोकता है?

- (a) Strainer / स्ट्रेनर
- (b) Fill material / फिल सामग्री
- (c) Drift eliminator / ड्रिफ्ट एलिमिनेटर
- (d) Spray nozzles / स्प्रे नोजल

Ans. a | Sol. : Strainers filter out large debris, protecting the system from blockages and damage. / स्ट्रेनर बड़े मलबे को छानकर सिस्टम को नुकसान से बचाता है।

Q14. Why is regular descaling necessary for shell and tube condensers? / शेल और ट्यूब कंडेंसर के लिए नियमित डेस्केलिंग क्यों आवश्यक है?

- (a) To increase water pressure / पानी के दबाव को बढ़ाने के लिए
- (b) To remove mineral deposits and maintain efficiency / खनिज जमाव को हटाने और दक्षता बनाए रखने के लिए
- (c) To improve refrigerant flow / रेफ्रिजरेट प्रवाह में सुधार करने के लिए
- (d) To prevent refrigerant leakage / रेफ्रिजरेट रिसाव को रोकने के लिए

Ans. b | Sol. : Scaling from mineral deposits can reduce heat transfer efficiency and increase pressure drop in the system. / खनिज जमाव से स्केलिंग हीट ट्रांसफर दक्षता को कम कर सकती है और सिस्टम में दबाव ड्रॉप को बढ़ा सकती है।

Q15. What is the main advantage of an evaporative condenser compared to a water-cooled condenser? / वाटर-कूल्ड कंडेंसर की तुलना में एवापोरेटिव कंडेंसर का मुख्य लाभ क्या है?

- (a) Higher cooling efficiency / उच्च शीतलन दक्षता
- (b) Reduced water consumption / कम पानी की खपत
- (c) Easier maintenance / आसान रखरखाव
- (d) Larger heat rejection capacity / बड़ी हीट रिजेक्शन क्षमता

Ans. a | Sol. : An evaporative condenser combines heat rejection and cooling tower functions in a single unit. Because refrigerant condenses at temperatures close to the ambient wet-bulb temperature, it generally operates with better heat-transfer efficiency and lower condensing temperatures. / एवापोरेटिव कंडेंसर में रेफ्रिजरेट का संघनन वेट-बल्ब तापमान के निकट होता है, जिससे बेहतर ऊष्मा स्थानांतरण और उच्च दक्षता प्राप्त होती है।

Q16. What is the primary cause of scaling in water-cooled condensers? / वाटर-कूल्ड कंडेंसर में स्केलिंग का मुख्य कारण क्या है?

- (a) Low water flow rate / कम पानी का प्रवाह दर
- (b) Presence of dissolved minerals in water / पानी में घुले खनिजों की उपस्थिति
- (c) High refrigerant pressure / उच्च रेफ्रिजरेट दबाव
- (d) Improper valve operation / अनुचित वाल्व संचालन

Ans. b | Sol. : Scaling occurs when dissolved minerals like calcium and magnesium precipitate on heat transfer surfaces, reducing efficiency. / स्केलिंग तब होती है जब कैल्शियम और मैग्नीशियम जैसे घुले खनिज हीट ट्रांसफर सतहों पर जम जाते हैं, जिससे दक्षता कम हो जाती है।

Q17. What maintenance step is necessary to prevent corrosion in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में जंग को रोकने के लिए कौन सा रखरखाव कदम आवश्यक है?

- (a) Regular lubrication of fans / फैंस की नियमित चिकनाई
- (b) Application of anti-corrosion coatings / एंटी-कोरोशन कोटिंग्स का उपयोग
- (c) Increasing water flow / पानी के प्रवाह को बढ़ाना
- (d) Reducing air circulation / वायु परिसंचरण को कम करना

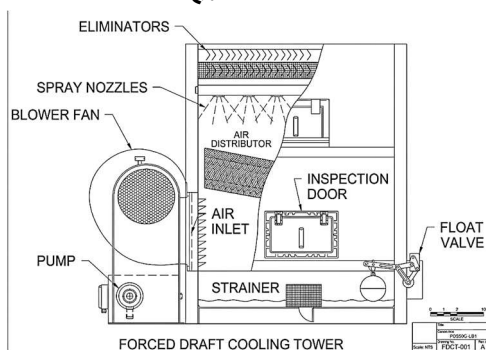
Ans. b | Sol. : Anti-corrosion coatings protect metal surfaces from rust and extend the life of cooling tower components. / एंटी-कोरोशन कोटिंग्स धातु की सतहों को जंग से बचाती हैं और कूलिंग टॉवर के घटकों का जीवन बढ़ाती हैं।

Q18. What can high levels of TDS (Total Dissolved Solids) in cooling tower water lead to? / कूलिंग टॉवर के पानी में उच्च स्तर का टीडीएस (कुल घुले ठोस पदार्थ) किसका कारण बन सकता है?

- (a) Enhanced cooling efficiency / शीतलन दक्षता में सुधार
- (b) Scaling and fouling on heat transfer surfaces / हीट ट्रांसफर सतहों पर स्केलिंग और फाउलिंग
- (c) Reduced corrosion risk / जंग का जोखिम कम करना
- (d) Increased water flow / पानी के प्रवाह में वृद्धि

Ans. b | Sol. : High TDS levels increase the likelihood of mineral deposits and fouling, reducing system efficiency. / उच्च टीडीएस स्तर खनिज जमाव और फाउलिंग की संभावना को बढ़ाता है, जिससे सिस्टम की दक्षता कम हो जाती है।

Q19. What is the function of the blower fan in a forced draft cooling tower as shown in the figure?/चित्र में दिखाए गए फोर्सड ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर में ब्लोअर फैन का कार्य क्या है?



(a) To circulate water within the system./प्रणाली के भीतर पानी का संचलन करना।

(b) To draw air into the cooling tower for heat exchange./हीट एक्सचेंज के लिए कूलिंग टॉवर में हवा खींचना।

(c) To remove impurities from water using the strainer./स्ट्रेनर का उपयोग करके पानी से अशुद्धियों को हटाना।

(d) To spray water over the eliminators./एलीमिनेटर पर पानी का छिड़काव करना।

Ans. b | Sol. /व्याख्या: The blower fan in a forced draft cooling tower ensures that air is actively drawn into the tower, increasing the efficiency of heat removal by facilitating evaporation of water./फोर्सड ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर में ब्लोअर फैन यह सुनिश्चित करता है कि हवा सक्रिय रूप से टॉवर में खींची जाए, जिससे पानी के वाष्पीकरण के माध्यम से गर्मी हटाने की दक्षता बढ़ जाती है।

Q20. What is the impact of microbial growth in a cooling tower system? / कूलिंग टॉवर प्रणाली में माइक्रोबियल वृद्धि का क्या प्रभाव होता है?

- (a) Improved heat transfer efficiency / हीट ट्रांसफर दक्षता में सुधार
- (b) Increased fouling and reduced performance / फाउलिंग में वृद्धि और प्रदर्शन में कमी
- (c) Reduced water flow rate / पानी के प्रवाह दर में कमी
- (d) Enhanced cooling efficiency / शीतलन दक्षता में वृद्धि

Ans. b | Sol. : Microbial growth leads to biofilm formation, which reduces heat transfer efficiency and clogs the system, lowering performance. / माइक्रोबियल वृद्धि बायोफिल्म का निर्माण करती है, जो हीट ट्रांसफर दक्षता को कम करती है और सिस्टम को बंद कर देती है, जिससे प्रदर्शन में कमी आती है।

Q21. What could result from inadequate water treatment in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में अपर्याप्त पानी के उपचार से क्या हो सकता है?

- (a) Reduced water circulation / पानी का परिसंचरण कम
- (b) Increased scaling, fouling, and corrosion / स्केलिंग, फाउलिंग और जंग में वृद्धि
- (c) Improved heat rejection efficiency / हीट रिजेक्शन दक्षता में सुधार
- (d) Reduced microbial growth / माइक्रोबियल वृद्धि में कमी

Ans. b | Sol. : Inadequate water treatment leads to the buildup of minerals and contaminants, causing scaling, fouling, and corrosion that reduce system efficiency. / अपर्याप्त पानी का उपचार खनिजों और संदूषकों के निर्माण का कारण बनता है, जिससे स्केलिंग, फाउलिंग और जंग होती है जो प्रणाली की दक्षता को कम करती है।

Q22. Why is the cooling tower range considered an important performance parameter? / कूलिंग टॉवर की रेंज को एक महत्वपूर्ण प्रदर्शन पैरामीटर क्यों माना जाता है?

- (a) It measures water circulation rate / यह पानी के परिसंचरण दर को मापता है
- (b) It indicates the cooling tower's ability to reduce water temperature / यह कूलिंग टॉवर की पानी के तापमान को कम करने की क्षमता को दर्शाता है
- (c) It improves energy efficiency / यह ऊर्जा दक्षता में सुधार करता है
- (d) It reduces water evaporation losses / यह पानी के वाष्पीकरण के नुकसान को कम करता है

Ans. b | Sol. : The range measures the temperature drop in water as it flows through the cooling tower, reflecting its effectiveness. / रेंज पानी में तापमान गिरावट को मापता है क्योंकि यह कूलिंग टॉवर के माध्यम से प्रवाहित होता है, इसकी प्रभावशीलता को दर्शाता है।

Q23. What can be inferred if the water temperature difference between inlet and outlet in a cooling tower is very small? / यदि कूलिंग टॉवर में इनलेट और आउटलेट के बीच पानी के तापमान का अंतर बहुत छोटा है, तो क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (a) The cooling tower is operating efficiently / कूलिंग टॉवर कुशलता से काम कर रहा है
- (b) There is insufficient heat rejection / गर्मी निकासी अपर्याप्त है
- (c) The water flow rate is too low / पानी का प्रवाह दर बहुत कम है
- (d) The ambient temperature is too low / परिवेश तापमान बहुत कम है

Ans. b | Sol. : A small temperature difference indicates the cooling tower is not effectively rejecting heat, which could be due to scaling, poor airflow, or improper water distribution. / तापमान में छोटा अंतर दर्शाता है कि कूलिंग टॉवर प्रभावी ढंग से गर्मी नहीं निकाल रहा है, जो स्केलिंग, खराब वायु प्रवाह, या अनुचित पानी के वितरण के कारण हो सकता है।

Q24. What does a high cooling tower approach temperature indicate? / उच्च कूलिंग टॉवर अप्रोच तापमान क्या दर्शाता है?

- (a) The cooling tower is performing efficiently / कूलिंग टॉवर कुशलता से प्रदर्शन कर रहा है
 (b) The cooling tower is unable to achieve desired cooling / कूलिंग टॉवर वांछित शीतलन प्राप्त करने में असमर्थ है
 (c) Water flow rate is too high / पानी का प्रवाह दर बहुत अधिक है
 (d) The air temperature is very low / वायु तापमान बहुत कम है

Ans. b | Sol. : A high approach temperature means the water outlet temperature is not close to the wet bulb temperature, indicating poor performance. / उच्च अप्रोच तापमान का अर्थ है कि पानी का आउटलेट तापमान वेट बल्ब तापमान के करीब नहीं है, जो खराब प्रदर्शन को दर्शाता है।

Q25. What does the term "drift" refer to in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में "ड्रिफ्ट" शब्द का क्या अर्थ है?

- (a) The airflow rate through the tower / टॉवर के माध्यम से वायु प्रवाह दर
 (b) Water droplets carried away by air / हवा द्वारा ले जाए गए पानी की बूंदें
 (c) Temperature difference between inlet and outlet / इनलेट और आउटलेट के बीच तापमान का अंतर
 (d) The concentration of dissolved solids in water / पानी में घुले ठोस पदार्थों की सांद्रता

Ans. b | Sol. : Drift refers to water droplets that escape the cooling tower along with the air, leading to water loss. / ड्रिफ्ट उन पानी की बूंदों को संदर्भित करता है जो हवा के साथ कूलिंग टॉवर से बाहर निकल जाती हैं, जिससे पानी का नुकसान होता है।

Q26. Which type of water-cooled condenser is commonly used in large HVAC systems? / बड़े एचवीएससी सिस्टम में किस प्रकार का जल-शीतलित कंडेंसर आमतौर पर उपयोग किया जाता है?

- (a) Air-cooled condenser / वायु-शीतलित कंडेंसर
 (b) Evaporative condenser / एवैपोरेटिव कंडेंसर
 (c) Shell and tube condenser / शेल और ट्यूब कंडेंसर
 (d) Plate-type condenser / प्लेट प्रकार कंडेंसर

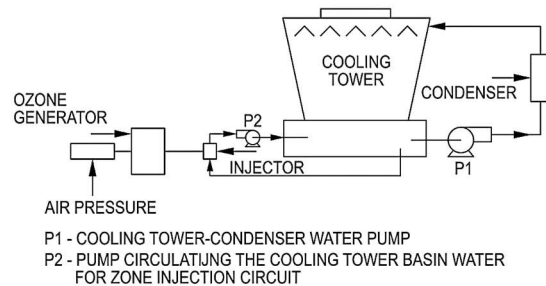
Ans. c | Sol. : Shell and tube condensers are efficient for large systems due to their high heat transfer capacity and durability. / शेल और ट्यूब कंडेंसर उच्च ताप स्थानांतरण क्षमता और स्थायित्व के कारण बड़े सिस्टम के लिए उपयुक्त हैं।

Q27. What is the primary cause of water contamination in cooling towers? / कूलिंग टावरों में पानी के संदूषण का मुख्य कारण क्या है?

- (a) Improper ventilation / अनुचित वेंटिलेशन
 (b) Scale deposits / स्केल जमाव
 (c) Biological growth and dirt / जैविक वृद्धि और गंदगी
 (d) Excessive water flow / अत्यधिक जल प्रवाह

Ans. c | Sol. : Contaminants like algae and dirt often accumulate in cooling tower water, reducing efficiency. / शैवाल और गंदगी जैसे संदूषक अक्सर कूलिंग टॉवर के पानी में जमा होते हैं, जिससे दक्षता कम हो जाती है।

Q28. What is the role of pump P2 in the ozone injection circuit as shown in the figure? / चित्र में दिखाए गए अनुसार ओजोन इंजेक्शन सर्किट में पंप P2 की भूमिका क्या है?



OZONISATION OF COOLING TOWER WATER

- (a) To pump water from the cooling tower to the condenser. / कूलिंग टॉवर से कंडेनसर तक पानी पंप करना।
 (b) To circulate water from the cooling tower basin for ozone treatment. / कूलिंग टॉवर बेसिन से पानी को ओजोन उपचार के लिए संचालित करना।
 (c) To inject air into the ozone generator for producing ozone gas. / ओजोन गैस उत्पन्न करने के लिए ओजोन जेनरेटर में वायु इंजेक्ट करना।
 (d) To remove water from the system to prevent overflow. / ओवरफ्लो को रोकने के लिए प्रणाली से पानी निकालना।

Ans. b | Sol. / व्याख्या: Pump P2 circulates water from the cooling tower basin through the ozone injection system, ensuring that treated water is returned for improved system performance and contamination prevention. / पंप P2 कूलिंग टॉवर बेसिन से पानी को ओजोन इंजेक्शन सिस्टम के माध्यम से संचालित करता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि उपचारित पानी को बेहतर प्रणाली प्रदर्शन और संदूषण रोकथाम के लिए वापस किया जाए।

Q29. What type of water treatment is most effective in preventing scale formation in condensers? / कंडेंसर में स्केल बनने को रोकने के लिए कौन सा जल उपचार सबसे प्रभावी है?

- (a) Filtration / निस्पंदन
 (b) Chemical treatment / रासायनिक उपचार
 (c) Backwashing / बैकवॉशिंग
 (d) Thermal treatment / तापीय उपचार

Ans. b | Sol. : Chemicals like antiscalants prevent scale buildup by breaking down minerals before they adhere to surfaces. / एंटीस्केलेंट जैसे रसायन खनिजों को सतहों पर चिपकने से पहले तोड़कर स्केल निर्माण को रोकते हैं।

Q30. What is the recommended practice for cleaning a water-cooled condenser? / जल-शीतलित कंडेंसर की सफाई के लिए अनुशंसित प्रक्रिया क्या है?

- (a) Using only water / केवल पानी का उपयोग करना
 (b) Applying a chemical descaler / एक रासायनिक डेस्केलर लगाना
 (c) Using compressed air / संपीड़ित वायु का उपयोग करना
 (d) Cleaning with brushes manually / ब्रश से मैनुअल सफाई

Ans. b | Sol. : Chemical descalers dissolve mineral deposits, ensuring thorough cleaning without damaging the system. / रासायनिक डेस्केलर खनिज जमाव को

घोलते हैं, जिससे सिस्टम को नुकसान पहुंचाए बिना अच्छी सफाई सुनिश्चित होती है।

Q31. Which factor does NOT affect cooling tower efficiency? / कौन सा कारक कूलिंग टॉवर की दक्षता को प्रभावित नहीं करता है?

- (a) Ambient temperature / परिवेश तापमान
- (b) Water quality / पानी की गुणवत्ता
- (c) Air circulation / वायु परिसंचरण
- (d) Refrigerant type / प्रशीतक का प्रकार

Ans. d | Sol. : Cooling towers deal with water cooling, not refrigerants, so the refrigerant type is irrelevant. / कूलिंग टावर पानी के शीतलन से संबंधित होते हैं, न कि प्रशीतकों से, इसलिए प्रशीतक प्रकार अप्रासंगिक है।

Q32. Which cooling tower type uses natural air circulation for heat rejection? / कौन सा कूलिंग टॉवर प्रकार गर्मी को छोड़ने के लिए प्राकृतिक वायु परिसंचरण का उपयोग करता है?

- (a) Forced draft cooling tower / फोर्सड ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर
- (b) Induced draft cooling tower / इंड्यूसड ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर
- (c) Natural draft cooling tower / नैचुरल ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर
- (d) Counterflow cooling tower / काउंटरफ्लो कूलिंग टॉवर

Ans. c | Sol. : Natural draft cooling towers rely on the natural buoyancy of warm air to circulate without using fans. / नैचुरल ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर गर्म हवा की प्राकृतिक उछाल पर निर्भर करते हैं और पंखे का उपयोग नहीं करते।

Q33. Which problem arises if cooling tower water is not treated regularly? / यदि कूलिंग टॉवर के पानी का नियमित उपचार नहीं किया जाता है, तो कौन सी समस्या उत्पन्न होती है?

- (a) Increased water evaporation / पानी का वाष्पीकरण बढ़ना
- (b) Scale and corrosion issues / स्केल और जंग की समस्याएं
- (c) Reduced air circulation / वायु परिसंचरण में कमी
- (d) Higher cooling tower height requirement / कूलिंग टॉवर की ऊंचाई की अधिक आवश्यकता

Ans. b | Sol. : Untreated water leads to scaling and corrosion, which damage equipment and reduce efficiency. / बिना उपचारित पानी स्केलिंग और जंग का कारण बनता है, जो उपकरणों को नुकसान पहुंचाता है और दक्षता को कम करता है।

Q34. In an evaporative condenser, the primary cooling effect is achieved by: / एवैपोरेटिव कंडेंसर में मुख्य शीतलन प्रभाव कैसे प्राप्त किया जाता है?

- (a) Water circulation / पानी का परिसंचरण
- (b) Water evaporation / पानी का वाष्पीकरण
- (c) Refrigerant compression / प्रशीतक का संपीड़न
- (d) Air filtration / वायु निस्पंदन

Ans. b | Sol. : The cooling effect in evaporative condensers is generated when water evaporates and absorbs heat from the refrigerant. / एवैपोरेटिव कंडेंसर में शीतलन प्रभाव उत्पन्न होता है जब पानी वाष्पित होकर प्रशीतक से गर्मी को अवशोषित करता है।

Q35. What does 'blowdown' refer to in cooling tower maintenance? / कूलिंग टॉवर रखरखाव में 'ब्लोडाउन' का क्या मतलब है?

- (a) Removing excess air from the system / सिस्टम से अतिरिक्त हवा को हटाना

(b) Draining a portion of water to control contaminants / संदूषकों को नियंत्रित करने के लिए पानी के हिस्से को निकालना

(c) Increasing water flow for cooling / शीतलन के लिए पानी के प्रवाह को बढ़ाना

(d) Backwashing the filters / फिल्टर को बैकवॉश करना

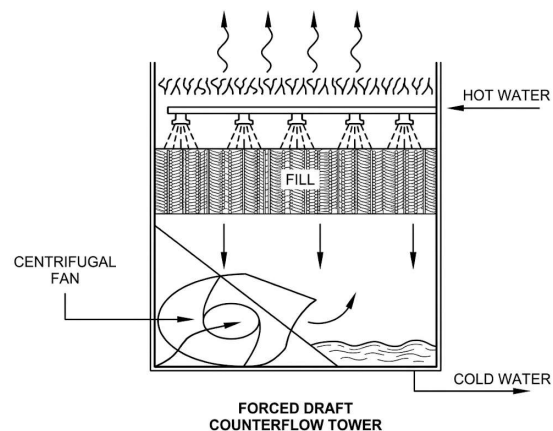
Ans. b | Sol. : Blowdown reduces the concentration of dissolved solids in the water to prevent scaling and corrosion. / ब्लोडाउन पानी में घुले ठोसों की सांद्रता को कम करता है, जिससे स्केलिंग और जंग से बचा जा सकता है।

Q36. Which of the following is NOT a component of a cooling tower? / निम्न में से कौन कूलिंग टॉवर का घटक नहीं है?

- (a) Drift eliminator / ड्रिफ्ट एलिमिनेटर
- (b) Condenser tubes / कंडेंसर ट्यूब
- (c) Fill media / फिल मीडिया
- (d) Water distribution system / पानी वितरण प्रणाली

Ans. b | Sol. : Cooling towers do not use condenser tubes; they are found in condensers. Cooling towers focus on cooling water. / कूलिंग टावर कंडेंसर ट्यूब का उपयोग नहीं करते हैं; ये कंडेंसर में पाए जाते हैं। कूलिंग टावर पानी को ठंडा करने पर ध्यान केंद्रित करते हैं।

Q37. What is the main function of the fill in the forced draft counterflow cooling tower as shown in the figure? / चित्र में दिखाए गए फोर्सड ड्राफ्ट काउंटरफ्लो कूलिंग टॉवर में फिल का मुख्य कार्य क्या है?



(a) To increase the surface area for heat exchange between water and air. / पानी और हवा के बीच गर्मी एक्सचेंज के लिए सतह क्षेत्र बढ़ाना।

(b) To prevent water droplets from escaping with the airflow. / वायु प्रवाह के साथ पानी की बूंदों को बाहर जाने से रोकना।

(c) To collect and store cold water after cooling. / ठंडा करने के बाद ठंडे पानी को इकट्ठा और स्टोर करना।

(d) To spray water evenly over the cooling tower. / कूलिंग टॉवर पर समान रूप से पानी छिड़कना।

Ans. a | Sol. / व्याख्या: The fill provides an extended surface area for water to spread, allowing better contact with the air, which facilitates effective cooling through evaporation. / फिल पानी को फैलाने के लिए विस्तारित सतह क्षेत्र प्रदान करता है, जिससे हवा के साथ बेहतर संपर्क होता है और वाष्पीकरण के माध्यम से प्रभावी ठंडा सुनिश्चित होता है।

Q38. Which is a sign of reduced efficiency in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में कम दक्षता का संकेत क्या है?

- (a) Increased drift losses / ड्रिफ्ट हानियों में वृद्धि
- (b) Higher cooling tower range / उच्च कूलिंग टॉवर रेंज
- (c) Increased approach value / बढ़ा हुआ एप्रोच मान
- (d) Reduced water circulation rate / पानी के परिसंचरण दर में कमी

Ans. c | Sol. : A higher approach value means the cooling tower is unable to cool water close to the wet bulb temperature, indicating inefficiency. / बढ़ा हुआ एप्रोच मान इंगित करता है कि कूलिंग टॉवर पानी को गीला बल्ब तापमान के करीब ठंडा करने में असमर्थ है, जो अक्षमता दर्शाता है।

Q39. What might uneven water distribution in a cooling tower lead to? / कूलिंग टॉवर में असमान पानी वितरण से क्या हो सकता है?

- (a) Improved airflow / वायु प्रवाह में सुधार
- (b) Enhanced heat rejection / हीट रिजेक्शन में वृद्धि
- (c) Hot spots reducing cooling efficiency / हॉट स्पॉट जिससे शीतलन दक्षता कम हो जाती है
- (d) Increased water evaporation / पानी के वाष्पीकरण में वृद्धि

Ans. c | Sol. : Uneven water distribution causes certain areas to overheat, leading to localized inefficiencies in heat rejection. / असमान पानी वितरण कुछ क्षेत्रों को अधिक गर्म करता है, जिससे हीट रिजेक्शन में स्थानीय अकार्यक्षमता होती है।

Q40. What is the effect of excessive TDS (Total Dissolved Solids) in cooling tower water? / कूलिंग टॉवर के पानी में अत्यधिक टीडीएस (कुल घुले ठोस पदार्थ) का क्या प्रभाव होता है?

- (a) Improves heat rejection efficiency / हीट रिजेक्शन दक्षता को सुधारता है
- (b) Causes scaling and fouling on heat transfer surfaces / हीट ट्रांसफर सतहों पर स्केलिंग और फाउलिंग का कारण बनता है
- (c) Reduces microbial growth / माइक्रोबियल वृद्धि को कम करता है
- (d) Increases water circulation / पानी के परिसंचरण को बढ़ाता है

Ans. b | Sol. : High TDS levels increase the deposition of dissolved minerals, reducing heat transfer and system efficiency. / उच्च टीडीएस स्तर घुले हुए खनिजों के जमाव को बढ़ाते हैं, जिससे हीट ट्रांसफर और प्रणाली की दक्षता कम हो जाती है।

Q41. Why is maintaining a proper pH level in cooling tower water important? / कूलिंग टॉवर के पानी में उचित पीएच स्तर बनाए रखना क्यों महत्वपूर्ण है?

- (a) To enhance water circulation / पानी के परिसंचरण को बढ़ाने के लिए
- (b) To prevent corrosion, scaling, and microbial growth / जंग, स्केलिंग और माइक्रोबियल वृद्धि को रोकने के लिए
- (c) To reduce fan power consumption / फैन की ऊर्जा खपत को कम करने के लिए
- (d) To improve refrigerant efficiency / रेफ्रिजरेंट दक्षता को सुधारने के लिए

Ans. b | Sol. : Maintaining pH between 6.5 and 8.5 prevents adverse effects like scaling, biofouling, and corrosion, ensuring optimal system performance. / पीएच को 6.5 और 8.5 के बीच बनाए रखने से स्केलिंग, बायोफाउलिंग

और जंग जैसे प्रतिकूल प्रभावों को रोका जाता है, जिससे सिस्टम का इष्टतम प्रदर्शन सुनिश्चित होता है।

Q42. How does a natural draft cooling tower achieve airflow? / नेचुरल ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर वायु प्रवाह को कैसे प्राप्त करता है?

- (a) By using mechanical fans / यांत्रिक पंखों का उपयोग करके
- (b) Through the chimney effect caused by temperature difference / तापमान अंतर के कारण चिमनी प्रभाव के माध्यम से
- (c) By forcing air through louvers / लूवर के माध्यम से हवा को मजबूर करके
- (d) By increasing water flow rate / पानी के प्रवाह दर को बढ़ाकर

Ans. b | Sol. : A natural draft cooling tower utilizes the natural temperature difference between warm air inside the tower and cooler ambient air to create airflow. / नेचुरल ड्राफ्ट कूलिंग टॉवर टॉवर के अंदर गर्म हवा और ठंडी बाहरी हवा के बीच प्राकृतिक तापमान अंतर का उपयोग वायु प्रवाह बनाने के लिए करता है।

Q43. How does regular descaling of a shell and tube condenser improve its efficiency? / शेल और ट्यूब कंडेंसर का नियमित डेस्केलिंग उसकी दक्षता को कैसे सुधारता है?

- (a) By reducing water pressure / पानी के दबाव को कम करके
- (b) By increasing heat transfer and lowering energy consumption / हीट ट्रांसफर को बढ़ाकर और ऊर्जा खपत को कम करके
- (c) By improving refrigerant flow / रेफ्रिजरेंट प्रवाह को सुधारकर
- (d) By preventing microbial growth / माइक्रोबियल वृद्धि को रोककर

Ans. b | Sol. : Descaling removes mineral deposits that act as insulators, ensuring better heat transfer and reducing the system's energy demand. / डेस्केलिंग खनिज जमाव को हटाता है जो इंसुलेटर के रूप में कार्य करता है, बेहतर हीट ट्रांसफर सुनिश्चित करता है और सिस्टम की ऊर्जा मांग को कम करता है।

Q44. What is the main purpose of a drift eliminator in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में ड्रिफ्ट एलिमिनेटर का मुख्य उद्देश्य क्या है?

- (a) To improve water flow / पानी के प्रवाह में सुधार करना
- (b) To prevent water droplets from escaping with airflow / वायु प्रवाह के साथ पानी की बूंदों के बाहर निकलने को रोकना
- (c) To enhance cooling efficiency / शीतलन दक्षता को सुधारना
- (d) To increase evaporation rate / वाष्पीकरण दर को बढ़ाना

Ans. b | Sol. : Drift eliminators capture water droplets, minimizing water loss and maintaining system efficiency. / ड्रिफ्ट एलिमिनेटर पानी की बूंदों को पकड़ते हैं, पानी की हानि को कम करते हैं और प्रणाली की दक्षता बनाए रखते हैं।

Q45. How does improper water treatment in a cooling tower affect condenser performance? / कूलिंग टॉवर में अनुचित पानी का उपचार कंडेंसर के प्रदर्शन को कैसे प्रभावित करता है?

- (a) Reduces refrigerant flow / रेफ्रिजरेंट प्रवाह को कम करता है

- (b) Increases scaling, reducing heat transfer efficiency / स्केलिंग बढ़ाता है, जिससे हीट ट्रांसफर दक्षता कम हो जाती है
- (c) Improves fan speed / फैन की गति को सुधारता है
- (d) Reduces water circulation / पानी के परिसंचरण को कम करता है

Ans. b | Sol. : Scaling due to improper water treatment forms an insulating layer on heat transfer surfaces, reducing efficiency and increasing energy consumption. / अनुचित पानी के उपचार के कारण स्केलिंग हीट ट्रांसफर सतहों पर एक इंसुलेशन परत बनाती है, जिससे दक्षता कम होती है और ऊर्जा खपत बढ़ती है।

Q46. What is a likely cause of increased drift loss in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में ड्रिफ्ट हानि में वृद्धि का संभावित कारण क्या है?

- (a) Faulty drift eliminators / खराब ड्रिफ्ट एलिमिनेटर
- (b) Excessively high water temperature / अत्यधिक उच्च पानी का तापमान
- (c) Low water flow rate / कम पानी का प्रवाह दर
- (d) Reduced fan speed / फैन की गति में कमी

Ans. a | Sol. : Faulty drift eliminators fail to capture water droplets carried by airflow, leading to higher water loss and operational inefficiency. / खराब ड्रिफ्ट एलिमिनेटर वायु प्रवाह द्वारा ले जाए गए पानी की बूंदों को पकड़ने में विफल रहते हैं, जिससे अधिक पानी की हानि और परिचालन अकार्यक्षमता होती है।

Q47. What can excessive scaling on condenser tubes lead to? / कंडेंसर ट्यूबों पर अत्यधिक स्केलिंग से क्या हो सकता है?

- (a) Increased heat transfer efficiency / हीट ट्रांसफर दक्षता में वृद्धि
- (b) Reduced heat exchange and increased energy consumption / हीट एक्सचेंज में कमी और ऊर्जा खपत में वृद्धि
- (c) Enhanced cooling tower range / कूलिंग टॉवर रेंज में वृद्धि
- (d) Reduced water flow / पानी के प्रवाह में कमी

Ans. b | Sol. : Scaling acts as an insulating barrier on heat transfer surfaces, decreasing efficiency and raising energy usage. / स्केलिंग हीट ट्रांसफर सतहों पर इंसुलेशन बाधा के रूप में कार्य करती है, दक्षता को घटाती है और ऊर्जा उपयोग को बढ़ाती है।

Q48. What is the primary purpose of fill media in a cooling tower? / कूलिंग टॉवर में फिल मीडिया का मुख्य उद्देश्य क्या है?

- (a) To reduce water evaporation / पानी के वाष्पीकरण को कम करना

- (b) To maximize heat transfer between water and air / पानी और हवा के बीच हीट ट्रांसफर को अधिकतम करना
- (c) To increase fan speed / फैन गति को बढ़ाना
- (d) To prevent water contamination / पानी के संदूषण को रोकना

Ans. b | Sol. : Fill media increases the surface area for water and air interaction, improving heat exchange efficiency in the cooling tower. / फिल मीडिया पानी और हवा की बातचीत के लिए सतह क्षेत्र को बढ़ाता है, कूलिंग टॉवर में हीट एक्सचेंज दक्षता में सुधार करता है।

Q49. What can excessive microbial growth in a cooling tower system cause? / कूलिंग टॉवर सिस्टम में अत्यधिक माइक्रोबियल वृद्धि से क्या हो सकता है?

- (a) Reduces scaling on heat transfer surfaces / हीट ट्रांसफर सतहों पर स्केलिंग को कम करता है
- (b) Leads to biofouling, clogging, and reduced efficiency / बायोफाउलिंग, रुकावट और कम दक्षता का कारण बनता है
- (c) Increases refrigerant flow / रेफ्रिजेंट प्रवाह को बढ़ाता है
- (d) Improves water evaporation / पानी के वाष्पीकरण में सुधार करता है

Ans. b | Sol. : Microbial growth forms biofilm on surfaces, reducing heat transfer and clogging water paths, impairing the system's efficiency. / माइक्रोबियल वृद्धि सतहों पर बायोफिल्म बनाती है, हीट ट्रांसफर को कम करती है और पानी के रास्तों को अवरुद्ध करती है, जिससे प्रणाली की दक्षता प्रभावित होती है।

Q50. How does proper airflow through a cooling tower improve performance? / कूलिंग टॉवर के माध्यम से उचित वायु प्रवाह प्रदर्शन को कैसे सुधारता है?

- (a) By reducing water circulation / पानी के परिसंचरण को कम करके
- (b) By increasing heat rejection efficiency / हीट रिजेक्शन दक्षता को बढ़ाकर
- (c) By reducing scaling in tubes / ट्यूबों में स्केलिंग को कम करके
- (d) By lowering water evaporation / पानी के वाष्पीकरण को कम करके

Ans. b | Sol. : Proper airflow ensures efficient heat transfer between water and air, improving cooling performance. / उचित वायु प्रवाह पानी और हवा के बीच कुशल हीट ट्रांसफर सुनिश्चित करता है, जिससे शीतलन प्रदर्शन में सुधार होता है।

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

How to Purchase This Book

Click the Link or Scan the QR code below to get the complete book at a special discount. Order directly from Publication Website: <https://teachtoindia.com/product/refrigeration-and-air-conditioning-technician-ract-second-year-book/>



Browse All ITI Trade Books at Special Discounted Prices

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



Also available on Flipkart, Amazon, and Meesho.

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

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

WhatsApp/Mobile: +91 9084496877

Email: teachtoindia1@gmail.com

Website: www.teachtoindia.com