ফুয়েল ও পুরিক্যান্ট

বিশ্বনাথ মজুমদার

ফুয়েল ও লুব্রিক্যান্ট

[FUEL AND LUBRICANT]

বিশ্বনাথ মজুমদার
অধ্যক্ষ
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট
ময়মনসিংহ

SAMSDOC Library
Accession No. 20218
25.6.05

বাংলা একাডেমী ঢাকা

প্রথম প্রকাশ
বৈশাখ ১৪১৪
মে ২০০৭

বাএ ৪৫৫৭

(২০০৬-২০০৭ পাঠ্যপুস্তক : ভৌওপ্র ৩)

মুদ্রণ সংখ্যা ১২৫০

পাণ্ডুলিপি প্রণয়ন ও মুদ্রণ তত্ত্বাবধান
ভৌতবিজ্ঞান ও প্রকৌশল উপবিভাগ

ভৌওপ্র ২৩৫

প্রকাশক
ড. আবদুল ওয়াহাব
পরিচালক (ভারপ্রাপ্ত)
পাঠ্যপুস্তক বিভাগ
বাংলা একাডেমী ঢাকা ১০০০

মুদ্রক
প্রকাশ মুদ্রায়ণ
৪২/১ক সেগুনবাগিচা
ঢাকা ১০০০

প্রচ্ছদ
মামুন কায়সার

মূল্য : ১১৫.০০

FUEL O LUBRICANT (Fuel and Lubricant) by Biswanath Mazumdar. Published by Dr. Abdul Wahab, Director (Acting), Textbook Division, Bangla Academy, Dhaka, Bangladesh. First Edition : May 2007. Price : Taka 115.00 only.

ISBN 984-07-4566-2

উৎসর্গ

আমার স্নেহের
স্বপ্না ও সুশীল-কে

ভূমিকা

'ফুয়েল ও লুব্রিক্যান্ট' গ্রন্থটি ৪ (চার) বছর মেয়াদী ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং কোর্সের পি.টি–৫৫৩ (ফুয়েল এন্ড লুব্রিক্যান্ট) বিষয়ের পাঠ্যসূচি অনুযায়ী লেখা হয়েছে। এটি পলিটেকনিক, টেক্সটাইল ইন্সটিটিউটের পাওয়ার এবং অটোমোবাইল বিভাগের শিক্ষার্থীদের ৪র্থ পর্বের একটি আবশ্যকীয় বিষয়। গ্রন্থটিতে ফুয়েল ও লুব্রিক্যান্টের গঠন, শ্রেণীবিন্যাস ও বৈশিষ্ট্য, ফুয়েল হিসেবে কয়লা ও পেট্রোলের বিশ্লেষণ ও বিভিন্ন পরীক্ষণ ; অপরিশোধিত তেলের উৎপত্তি, তেল ক্ষেত্র চিহ্নিতকরণ, কূপ খনন, রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি, অপরিশোধিত তেল পরিশোধন ; জৈব উপাদান হিসেবে হাইড্রোকার্বন, বিভিন্ন প্রকার হাইড্রোকার্বনের ধর্ম এবং বিক্রিয়া ; জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল এবং এ.পি.আই গুরুত্বসহ এর ব্যবহার ; গ্রিজ এবং লুব্রিক্যাটিং তেল সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। বাংলাদেশের পলিটেকনিক ইন্সটিটিউটের সংশ্লিষ্ট শিক্ষার্থী, শিক্ষক গ্রন্থটি পড়ে উপকৃত হবেন বলে আমি আশা করি।

গ্রন্থটি প্রণয়ন করতে পরিভাষা সংক্রান্ত ব্যাপারে অনেক ক্ষেত্রে অসুবিধার সম্মুখীন হতে হয়েছে। এর কারণ প্রকৌশল বিষয়ে কোনো পরিভাষা নেই। সুতরাং সঙ্গত কারণে এ গ্রন্থে ব্যবহৃত পরিভাষা কোনো কোনো ক্ষেত্রে অসঙ্গত মনে হলে সবাই ক্ষমাসুন্দরভাবে নেবেন বলে আশা করি এবং ব্যবহৃত শব্দের প্রকৃত পরিভাষা আমাকে লিখিতভাবে জানালে তা পরবর্তী সংস্করণে ব্যবহার করার চেষ্টা করব। গ্রন্থটি প্রণয়নে আমি কয়েকটি গ্রন্থের সহায়তা নিয়েছি। আমি এসব গ্রন্থের প্রণেতা এবং প্রকাশকদের কাছে আমার ঋণ ও কৃতজ্ঞতা স্বীকার করছি। গ্রন্থটি প্রকাশের জন্য বাংলা একাডেমীর পাঠ্যপুস্তক বিভাগের ভৌতবিজ্ঞান ও প্রকৌশল উপবিভাগের সংশ্লিষ্ট সবাইকে ধন্যবাদ জানাচ্ছি। গ্রন্থটির উৎকর্ষের জন্য যে কোনো প্রকার পরামর্শ সাদরে গ্রহণ করা হবে।

বিশ্বনাথ মজুমদার

সূচিপত্র

প্রথম অধ্যায় : **ফুয়েল পরিচিতি** ১-১৪

১.১ ফুয়েল ; ১.২ ফুয়েলের আধুনিক ধারণা ; ১.৩ ফুয়েলের গুরুত্ব ; ১.৪ ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ ; ১.৫ প্রাচীন ফুয়েলের আবিষ্কার ; ১.৬ জীবাশ্ম ফুয়েল ; ১.৭ জীবাশ্ম ফুয়েলের ভবিষ্যৎ ; ১.৮ জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প ; ১.৯ বিকল্প ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ; প্রশ্নমালা।

দ্বিতীয় অধ্যায় : **কঠিন ফুয়েল** ১৫-২৬

২.১ ভূমিকা ; ২.২ কঠিন ফুয়েলের গুরুত্ব ; ২.৩ কঠিন ফুয়েলের উপাদান ; ২.৪ কঠিন ফুয়েলের ধর্ম ; ২.৫ প্রাকৃতিক কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম ; ২.৬ কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম ; ২.৭ শিল্প কারখানার কঠিন ফুয়েল ; ২.৮ শিল্প কারখানায় কঠিন ফুয়েলের ব্যবহার ; ২.৯ তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ; প্রশ্নমালা।

তৃতীয় অধ্যায় : **কয়লা : গঠন, শ্রেণীবিন্যাস ও বৈশিষ্ট্য** ২৭-৩৮

৩.১ কয়লার গঠন ; ৩.২ কয়লার শ্রেণীবিভাগ ; ৩.৩ কয়লার বৈশিষ্ট্য ; ৩.৪ কুকিং ও নন-কুকিং কয়লা ; ৩.৫ পালভারাইজড কয়লা ; ৩.৬ পালভারাইজড কয়লার সুবিধা ও অসুবিধা ; ৩.৭ কয়লার সালফার ও ছাইয়ের ভূমিকা ; ৩.৮ কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া ; ৩.৯ বাংলাদেশে পিট ও কয়লার উৎস ; প্রশ্নমালা।

চতুর্থ অধ্যায় : **কয়লা বিশ্লেষণ** ৩৯-৪৭

৪.১ ভূমিকা ; ৪.২ কয়লা বিশ্লেষণের প্রকারভেদ ; ৪.৩ কয়লা বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ; ৪.৪ কয়লার তাপীয় মান ; ৪.৫ কয়লার উচ্চতর ও নিম্নতর তাপীয় মান ; ৪.৬ কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ে ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র ; ৪.৭ বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা কয়লার তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া ; ৪.৮ ডুলং ও ডেভিস-এর সূত্র ব্যবহারে সমস্যার সমাধান ; প্রশ্নমালা।

পঞ্চম অধ্যায় : **গ্যাসীয় ফুয়েল** ৪৮-৬১

৫.১ ভূমিকা ; ৫.২ গ্যাসীয় ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ ; ৫.৩ বিভিন্ন গ্যাসীয় ফুয়েলের উপাদান ; ৫.৪ প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তি ; ৫.৫ গ্যাসীয় ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ; ৫.৬ গ্যাসীয় ফুয়েল সংরক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া ; ৫.৭ গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া ; ৫.৮ গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান সংশ্লিষ্ট সমস্যা এবং সমাধান ; ৫.৯ বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন ; ৫.১০ বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের ব্যবহার ; ৫.১১ বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের বর্তমান মজুদ ; প্রশ্নমালা।

ষষ্ঠ অধ্যায় : **তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস** ৬২-৬৭

৬.১ ভূমিকা ; ৬.২ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উপাদান ; ৬.৩ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উৎপত্তি ; ৬.৪ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ; ৬.৫ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের ব্যবহার ; ৬.৬ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ; প্রশ্নমালা।

সপ্তম অধ্যায় : **রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস** ৬৮-৭১

৭.১ ভূমিকা ; ৭.২ শুধু পেট্রোল ইঞ্জিনে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল ব্যবহারের কারণ ; ৭.৩ রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ; প্রশ্নমালা।

অষ্টম অধ্যায় : **অপরিশোধিত তেল** ৭২-৮৮

৮.১ ভূমিকা ; ৮.২ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের উৎপত্তি ; ৮.৩ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া ; ৮.৪ কূপ খনন প্রক্রিয়া ; ৮.৫ অপরিশোধিত তেলের উপাদান ; ৮.৬ অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন ; ৮.৭ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের শ্রেণীবিভাগ ; ৮.৮ বিশ্বের বিভিন্ন তেল খনির এলাকা ; ৮.৯ বাংলাদেশে অপরিশোধিত তেলের সম্ভাবনা ; প্রশ্নমালা।

নবম অধ্যায় : **হাইড্রোকার্বন** ৮৯-৯৭

৯.১ জৈব উপাদান হিসেবে হাইড্রোকার্বন ; ৯.২ সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যৌগ ; ৯.৩ হাইড্রোকার্বনের শ্রেণীবিভাগ ; ৯.৪ হাইড্রো-কার্বনের আণবিক সূত্র ; ৯.৫ বিভিন্ন প্রকার হাইড্রোকার্বনের ধর্ম ; ৯.৬ হাইড্রোকার্বন বিক্রিয়া ; প্রশ্নমালা।

দশম অধ্যায় : **অপরিশোধিত তেল পরিশোধন** ৯৮–১১৩

১০.১ অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য ; ১০.২ অপরিশোধিত তেল পরিশোধন প্রক্রিয়া ; ১০.৩ পাতন, পরিশোষণ, বাষ্পশোষণ, পরিস্রাবণ ও দ্রবণ নিষ্কাশন প্রক্রিয়া ; ১০.৪ ক্র্যাকিং পদ্ধতি ; ১০.৫ পুনর্বিন্যাস, ক্ষারকরণ, আইসোমারকরণ, পলিমারকরণ প্রক্রিয়া ; ১০.৬ পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের পরিশোধন প্রক্রিয়া ; প্রশ্নমালা।

একাদশ অধ্যায় : **পেট্রোল ফুয়েল** ১১৪–১৩২

১১.১ পেট্রোল ফুয়েলের উৎপাদন ; ১১.২ পেট্রোল ফুয়েলের ব্যবহার ; ১১.৩ পেট্রোল ফুয়েলের শোধন প্রক্রিয়া ; ১১.৪ পেট্রোলের মিশ্রণ প্রক্রিয়া ; ১১.৫ পেট্রোল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা ও ইঞ্জিনের উপর এটির প্রতিক্রিয়া ; ১১.৬ ইঞ্জিনের কর্মসম্পাদনের উপর পেট্রোল ফুয়েলের প্রভাব ; ১১.৭ পেট্রোল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ; ১১.৮ পেট্রোল ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহন ; ১১.৯ পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন ; প্রশ্নমালা।

দ্বাদশ অধ্যায় : **পেট্রোল ফুয়েল বিশ্লেষণ** ১৩৩–১৫৬

১২.১ পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা ; ১২.২ পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া ; ১২.৩ ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষণ প্রক্রিয়া ; ১২.৪ অকটেন নাম্বার ; ১২.৫ সি.এফ.আর ইঞ্জিন ও নকমিটার দ্বারা অকটেন নাম্বার নির্ণয় প্রক্রিয়া ; ১২.৬ দহনজনিত আওয়াজ নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া ; ১২.৭ অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া ; ১২.৮ রোড অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া ; ১২.৯ এন্টিনক উপাদান ; ১২.১০ পেট্রোলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য ; প্রশ্নমালা।

ত্রয়োদশ অধ্যায় : **কেরোসিন ফুয়েল** ১৫৭–১৬০

১৩.১ কেরোসিন ফুয়েলের উপাদান ; ১৩.২ কেরোসিন পরিশোধন প্রক্রিয়া ; ১৩.৩ কেরোসিনের ব্যবহার ; ১৩.৪ কেরোসিনের ধর্ম ; প্রশ্নমালা।

চতুর্দশ অধ্যায় : **ডিজেল ফুয়েল** ১৬১–১৬৯

১৪.১ ভূমিকা ; ১৪.২ ডিজেল ইঞ্জিনে পাতিত ও অবশিষ্ট ফুয়েলের ব্যবহার ; ১৪.৩ ডিজেল ফুয়েলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য ; ১৪.৪ সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব ; ১৪.৫ ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় ; ১৪.৬ ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনের উপর ডিজেল ফুয়েলের সান্দ্রতার

গুরুত্ব ; ১৪.৭ ডিজেল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন ; ১৪.৮ ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয় পদ্ধতি ; প্রশ্নমালা।

পঞ্চদশ অধ্যায় : **ফুয়েল তেল** ১৭০-১৭৫

১৫.১ ভূমিকা ; ১৫.২ ফুয়েল তেলের তাপীয়মান ; ১৫.৩ ফুয়েল তেলের স্পেসিফিকেশন ; ১৫.৪ ফুয়েল তেলের ব্যবহার ; প্রশ্নমালা।

ষোড়শ অধ্যায় : **জেট ইঞ্জিন ফুয়েল** ১৭৬-১৭৯

১৬.১ জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান ; ১৬.২ জেট ফুয়েলের এ.পি.আই গুরুত্বসহ ব্যবহার ; ১৬.৩ জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ; ১৬.৪ জেট ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন ; প্রশ্নমালা।

সপ্তদশ অধ্যায় : **কঠিন লুব্রিক্যান্ট** ১৮০-১৯১

১৭.১ লুব্রিক্যান্ট ; ১৭.২ লুব্রিক্যান্ট-এর শ্রেণীবিভাগ ; ১৭.৩ কঠিন লুব্রিক্যান্ট ; ১৭.৪ অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট ; ১৭.৫ কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর ব্যবহার ক্ষেত্র ; প্রশ্নমালা।

অষ্টাদশ অধ্যায় : **গ্রিজ পরিচিতি** ১৯২-২০৯

১৮.১ গ্রিজ ; ১৮.২ গ্রিজ এর শ্রেণীবিভাগ ; ১৮.৩ গ্রিজ-এর ধর্ম ; ১৮.৪ গ্রিজ গঠনকারী উপাদান ; ১৮.৫ কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজ-এর সুবিধা ও অসুবিধা ; ১৮.৬ গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য ; ১৮.৭ গ্রিজ স্পেসিফিকেশন ; ১৮.৮ গ্রিজ প্রস্তুতকরণ প্রক্রিয়া ; প্রশ্নমালা।

ঊনবিংশ অধ্যায় : **লুব্রিক্যাটিং তেল** ২১০-২২১

১৯.১ ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের উদ্দেশ্য ; ১৯.২ লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ ; ১৯.৩ লুব্রিক্যাটিং তেলের বিভিন্ন ধর্ম ; ১৯.৪ লুব্রিক্যাটিং তেলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য ; ১৯.৫ সান্দ্রতা সূচকের ভূমিকা ; ১৯.৬ লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার ও সার্ভিস হার ; ১৯.৭ সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল ; ১৯.৮ সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ ; প্রশ্নমালা।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ডের প্রশ্নপত্রের নমুনা ২২২-২২৫

নির্ঘণ্ট ২২৬

গ্রন্থপঞ্জি ২২৭

প্রথম অধ্যায়

ফুয়েল পরিচিতি

১.১ ফুয়েল

ফুয়েল এমন একটি পদার্থ, যাতে রাসায়নিক ও আণবিক শক্তি বিদ্যমান। তাপ ও চাপের পরিবর্তনে ফুয়েলের দহন ঘটে এবং নিয়ন্ত্রিত হারে ফুয়েল থেকে তাপশক্তি পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন ও কার্বনের রাসায়নিক সংমিশ্রণে ফুয়েল প্রস্তুত হয় বলে এটিকে হাইড্রোকার্বন বলে।

ফুয়েলে অনেক সময় দহনযোগ্য সালফারও (combustible sulphur) থাকে। কাঠ, কয়লা, পেট্রোল, ডিজেল, কেরোসিন, প্রাকৃতিক গ্যাস, তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, প্রোডিউসার গ্যাস প্রভৃতি ফুয়েলের উদাহরণ। পারমাণবিক ফুয়েল হাইড্রোকার্বন নয়। এটি রিয়্যাক্টরের মধ্যে নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়ায় চেইন বিক্রিয়ার ফলে তাপশক্তি ও তেজস্ক্রিয়তা উৎপন্ন করে। ইউরেনিয়াম-২৩৫ (U-235) এবং থোরিয়াম-২৩২ (Th-232) পারমাণবিক ফুয়েলের উদাহরণ।

১.২ ফুয়েলের আধুনিক ধারণা (The modern concept of fuels)

ডিজেল ইঞ্জিনে পূর্বে সাধারণ ডিজেল ব্যবহার করা হতো, যা ব্যবহারে দহন প্রকোষ্ঠে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হতো। এ ফুয়েলের সাথে কিছু রঞ্জক উপাদান (additives) মিশালে এটির দহন মান বৃদ্ধি পায়। এ ধরনের ডিজেল ফুয়েলকে ৯০-সিটেন ফুয়েল বলে। অপেক্ষাকৃত উচ্চ গতিসম্পন্ন ডিজেল ইঞ্জিনে এ ফুয়েল ব্যবহার করা হতো, যার মূল্য সাধারণ ডিজেল অপেক্ষা বেশি। বর্তমানে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস (L.P.G.) এবং রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস (C.N.G.) ছোট আকৃতির পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হচ্ছে। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস আবার রান্নার কাজেও ব্যবহৃত হয়।

আজকাল জীবাশ্ম ফুয়েলের উপর নির্ভরতা কমিয়ে আনার জন্য বিভিন্ন বায়বীয় ফুয়েলের পাশাপাশি সৌরশক্তিকে (solar energy) সৌরচুল্লির (solar heater) মাধ্যমে রান্না ও উত্তপ্ত করার কাজে প্রয়োগ করা হচ্ছে। খনিজ ফুয়েল ব্যবহার করতে করতে এক সময় তা নিঃশেষ হয়ে যেতে পারে, ফলে বাতাস, পানি, গ্যাস, সূর্যরশ্মি থেকে তাপ শক্তিকে বিভিন্ন মাধ্যমে কাজে লাগিয়ে বিশ্বের সভ্যতা উন্নয়নের কাজে প্রয়োগের ব্যাপক প্রচেষ্টা চলছে। গোবর, মলমূত্র একত্রে জমা করে তা থেকে উদ্ভূত গ্যাস দ্বারা রান্না, ঘর উত্তপ্ত করা, গ্যাসের বাতি জ্বালানো ইত্যাদি কাজ করা হচ্ছে। এ ধরনের গ্যাসীয় ফুয়েলকে বায়োগ্যাস বলে। বায়োগ্যাস প্ল্যান্টে এ গ্যাস উৎপন্ন করা হয়।

রকেটে যে ফুয়েল ব্যবহৃত হয়, তাও আধুনিক ফুয়েলের অন্তর্ভুক্ত। এতে অক্সিজেন, নাইট্রোজেন প্রভৃতি গ্যাস ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। পূর্বে বিমানের প্রোপ জেট ইঞ্জিনের

জন্য শোধনাগারে প্রস্তুতকৃত কেরোসিন তেল ব্যবহার করা হতো এবং বর্তমানে হাই এভিয়েশন পেট্রোল ফুয়েল (high aviation petrol fuel) ব্যবহৃত হচ্ছে। পারমাণবিক ফুয়েল (U-235) কে আধুনিক এবং অধিক শক্তিশালী ফুয়েল হিসেবে বিবেচনা করা হয়। কারণ, হিসাব করে দেখা গেছে যে, ১ কিলোগ্রাম ইউরেনিয়াম থেকে যে তাপশক্তি পাওয়া যায় তার তাপীয়মান ২২০০ টন তেলের অথবা ৪৫০০ টন কয়লার সমান।

১.৩ ফুয়েলের গুরুত্ব (The importance of fuels)

ফুয়েল হলো কোনো চুল্লি এবং ইঞ্জিনের তাপের উৎস। অন্তর্দাহ ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণের দহন ঘটলে, এতে যে তাপ ও চাপের উদ্ভব ঘটে তা দ্বারাই ইঞ্জিন চালিত হয় এবং পরক্ষণেই ইঞ্জিন যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন করে যন্ত্রকে চালিত করে। বহির্দাহ ইঞ্জিনের চুল্লিতে ফুয়েলের দহন ঘটে যে তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়, তা দ্বারা বয়লারের পানিকে উত্তপ্ত করলে বাষ্প উৎপন্ন হয়। এ বাষ্পের ধাক্কাতেই বাষ্প ইঞ্জিন, বাষ্প টারবাইন ইত্যাদি চালিত হয় এবং পরক্ষণে এটি অন্য যন্ত্রকে চালিত করতে পারে।

অন্তর্দাহ ইঞ্জিনের মধ্যে পেট্রোল ইঞ্জিনে পেট্রোল, অকটেন, তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস প্রভৃতি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। গ্যাস টারবাইন অন্তর্দাহ ইঞ্জিনের অন্তর্ভুক্ত এবং এতে সংকুচিত বাতাসের সাথে ন্যাফথা, হাইস্পিড ডিজেল, প্রাকৃতিক গ্যাস প্রভৃতি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। ডিজেল ইঞ্জিনে ডিজেল, হাইস্পিড ডিজেল, ৯০ সিটেন ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। সুতরাং অন্তর্দাহ ইঞ্জিনে নির্দিষ্ট তরল অথবা গ্যাসীয় ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।

বহির্দাহ ইঞ্জিনে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। কাঠ, কয়লা, ডিজেল, অপরিশোধিত তেল (crude oil), প্রাকৃতিক গ্যাস, প্রোডিউসার গ্যাস ইত্যাদির বাতাসের সমন্বয়ে দহন ঘটে তাপ ও চাপশক্তি উৎপন্ন হয়। বয়লারে পানি অথবা পারদ ফুয়েলের তাপে যথাক্রমে বাষ্প অথবা পারদ উৎপন্ন করে এবং এই বাষ্প দ্বারাই বহির্দাহ ইঞ্জিন চালিত হয়।

উন্নতমানের ফুয়েল থেকে অধিক তাপশক্তি (heat energy) পাওয়া যায়। ভিটামিনযুক্ত স্বল্প খাবারে অধিক ক্যালরির মাধ্যমে যেমন স্বাস্থ্য রক্ষা হয় তেমনি অধিক তাপীয়মানযুক্ত স্বল্প ফুয়েল দ্বারা ইঞ্জিনে অধিক তাপ ও চাপশক্তি উৎপন্ন হয়। ১০০–অকটেন ও ৯০ সিটেন যথাক্রমে অধিক উন্নতমানের পেট্রোল ও ডিজেল ফুয়েল হিসেবে বিবেচিত হয় এবং সাধারণ ফুয়েল থেকে এগুলোর দাম বেশি। অপরদিকে, বিটুমিনাস কয়লা এবং প্রাকৃতিক গ্যাস উন্নত ফুয়েল হিসেবে পরিচিত। এ ফুয়েলকে ভালোভাবে দহনের জন্য উন্নতমানের দহন যন্ত্রের প্রয়োজন হয়।

১.৪ ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ (Classification of fuels)

১। অবস্থা ও প্রকৃতি বিবেচনা করে ফুয়েলকে মূলত তিনভাগে ভাগ করা হয়, যেমন--

(১) **কঠিন ফুয়েল** (Solid fuels) : প্রধানত কাঠ এবং কয়লা এ ফুয়েলের অন্তর্ভুক্ত। বাষ্প ইঞ্জিনের বয়লারের চুল্লিতে শুষ্ক কাঠ ও গুঁড়া কয়লা ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। কয়লার মান বিবেচনা করে একে পাঁচভাগে ভাগ করা হয়, যেমন

(ক) পিট কয়লা, (খ) এনথ্রাসাইট কয়লা, (গ) বিটুমিনাস কয়লা, (ঘ) সাববিটুমিনাস কয়লা এবং (ঙ) লিগনাইট কয়লা।

(২) তরল ফুয়েল (Liquid fuels) : ইঞ্জিন এবং বয়লার চুল্লিতে তরল ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এ ফুয়েলকে পাঁচভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—(ক) পেট্রোল, (খ) ডিজেল, (গ) কেরোসিন তেল, (ঘ) অপরিশোধিত তেল এবং (ঙ) অ্যালকোহল।

(৩) বায়বীয় ফুয়েল (Gaseous fuels) : বায়বীয় ফুয়েল গ্যাস ইঞ্জিনে এবং বয়লার চুল্লিতে জনপ্রিয় ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ ফুয়েলকে প্রধানত দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) প্রাকৃতিক গ্যাস (Natural gas) : গ্যাস খনি থেকে এ ফুয়েল আহরিত হয়। বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলে এই গ্যাস খনির প্রাচুর্যতা রয়েছে। ইথেন (C_2H_6), মিথেন (CH_4), প্রোপেন, বিউটেন ইত্যাদি এ ফুয়েলের অন্তর্ভুক্ত।

(খ) প্রোডিউসড গ্যাস : এই গ্যাস কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুত করা হয় বলে একে কৃত্রিম গ্যাসও বলে। প্রোডিউসড গ্যাসকে পাঁচভাগে ভাগ করা হয়, যেমন— (অ) কোল গ্যাস, (আ) ব্লাস্টফার্নেস গ্যাস, (ই) তৈরি গ্যাস, (ঈ) প্রোডিউসার গ্যাস এবং (উ) ওয়াটার গ্যাস।

২। উৎপত্তিস্থল বিবেচনা করে ফুয়েলকে চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) পূর্ব-ভূমধ্যসাগরীয় বেসিন ফুয়েল, (২) ক্যারিবিয়ান বেসিন ফুয়েল, (৩) দূরপ্রাচ্য বেসিন ফুয়েল এবং (৪) উত্তর পোলার বেসিন ফুয়েল।

ভূমধ্যসাগরীয় অঞ্চল, যুক্তরাষ্ট্র, এশিয়া ও অস্ট্রেলিয়া এবং উত্তর গোলার্ধের খনি থেকে এ ফুয়েল পাওয়া যায়।

৩। বেস বিবেচনা করে ফুয়েলকে তিনভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) প্যারাফিন বেস ফুয়েল : এতে শতকরা ৫০% বা তার উপরে প্যারাফিন বা অবশিষ্ট অ্যাসফাল্ট থাকে।

(২) অ্যাসফাল্ট বেস ফুয়েল : এতে শতকরা ৫০% এর বেশি অ্যাসফাল্ট এবং অবশিষ্ট প্যারাফিন থাকে।

(৩) মিশ্রিত বেস ফুয়েল : এতে প্যারাফিন এবং অ্যাসফাল্ট উভয়ই প্রায় ৫০% থাকে।

১.৫ প্রাচীন ফুয়েলের আবিষ্কার

বর্তমানে বিশ্বে যেসব ফুয়েল ব্যবহৃত হচ্ছে, পূর্বে এসব ফুয়েলের প্রচলন ছিল না। ষোড়শ শতাব্দীতে যখন তিনচক্র মোটরযানের আবিষ্কার হয়, তখন উক্ত যানের ইঞ্জিন হিসেবে বাষ্প ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয়েছে। বাষ্প ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে প্রাচীনকালে কাঠ এবং কয়লা ব্যবহৃত হয়েছে। এ ফুয়েল চলেছে সপ্তদশ শতাব্দী পর্যন্ত।

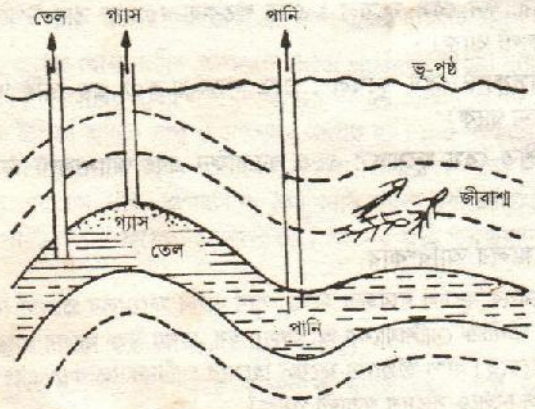
অষ্টাদশ শতাব্দীতে অন্তর্দাহ ইঞ্জিন আবিষ্কারের পর ইঞ্জিনে পেট্রোল বা গ্যাসোলিন ব্যবহৃত হয়। অতঃপর ডিজেল ইঞ্জিন আবিষ্কৃত হলে সে ইঞ্জিনে ডিজেল ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এছাড়া প্রাচীনকালে বয়লারের চুল্লিতে অপরিশোধিত তেল ব্যবহৃত হয়েছে এবং

বর্তমানেও অনেক ক্ষেত্রে এই তেল ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। এসব ফুয়েল ব্যবহারের উদ্দেশ্য ছিল বয়লার চুল্লিতে তাপ প্রয়োগে পানিকে বাষ্পে পরিণত করা এবং ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণে দহন ঘটিয়ে তাপ ও চাপশক্তি উৎপন্ন করা।

প্রাচীনকালে ক্রুড পেট্রোলিয়াম পরিশোধনের তেমন কোনো ভালো ব্যবস্থা ছিল না। ফলে অন্তর্দাহ ও বহির্দাহ ইঞ্জিনের কার্যপদ্ধতি ও প্রকৃতি তেমন উন্নত ছিল না। সেজন্য পূর্বেকার ইঞ্জিন থেকে কালো ধোঁয়া অধিকহারে নির্গত হতো এবং ইঞ্জিনের সাইলেন্সিং পদ্ধতি উন্নত না থাকায় ইঞ্জিন থেকে অপ্রয়োজনীয় শব্দও অধিক উৎপন্ন হতো। পূর্বে মোটরযান, ধানকল, পাম্প ইত্যাদি চালানোর জন্য ডুয়েল ফুয়েল ইঞ্জিন (duel fuel engine), দুই স্ট্রোক ইঞ্জিন ইত্যাদি ব্যবহার করা হতো এবং এই ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ভারি ফুয়েল বা ফুয়েল তেল, কেরোসিন তেল ইত্যাদি ব্যবহার করা হতো। হালকা ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট কম এবং ভারি ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বেশি। সেজন্য এসব ইঞ্জিনে দহনজনিত আওয়াজ বেশি ছিল।

১.৬ জীবাশ্ম ফুয়েল (Fossil fuels)

জীবজন্তুর মৃতদেহ মাটির নিচে চাপা পড়লে তা থেকে চর্বি বা তৈলাক্ত পদার্থ নিঃসৃত হয়ে একস্থানে জমা হতে থাকে। জীবদেহের কঙ্কাল মাটির নিচে আটকা পড়লে তাকে জীবাশ্ম বলে। জীবজন্তুর জীবাশ্ম থেকে নিষিক্ত তৈলাক্ত পদার্থ জমা হতে হতে যে খনির সৃষ্টি করে, তাকে জীবাশ্ম তেল বা জীবাশ্ম ফুয়েল বলে। বৃক্ষ চাপা পড়েও ফুয়েলের খনি সৃষ্টি হয়। এ ফুয়েলকে কয়লা হিসেবে আমরা পেয়ে থাকি। এই কয়লা এবং জীবাশ্ম ফুয়েলে প্রচুর পরিমাণে হাইড্রোকার্বন পাওয়া যায়। যে কোনো খনিজ ফুয়েলের উপরের স্তরে গ্যাসীয় ফুয়েলের সৃষ্টি হয়। এটিকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে, এতে প্রচুর পরিমাণে হাইড্রোকার্বন থাকে।



চিত্র ১.১ : ভূগর্ভে জীবাশ্ম থেকে নিঃসৃত তেল ও অন্য উপাদান প্রস্তুত।

ভূ-গর্ভে জমাকৃত তেল এক প্রকার আঠালো পদার্থ। এটি নানা বর্ণের হতে পারে, যেমন—বাদামি, সবুজ, কালো ও হলুদ। আবার কখনো পানির ন্যায়। এ তেল বিভিন্ন

খনিতে বিভিন্ন ধরনের হয়। অপরিশোধিত তেলের আপেক্ষিক গুরুত্বের উপর নির্ভর করে এটির উৎকৃষ্টতা এবং নিকৃষ্টতা। এই তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭০ থেকে ০.৯৯। ১.১ চিত্রে ভূ-গর্ভে জীবাশ্ম থেকে নিঃসৃত তেল ও অন্য উপাদান প্রস্তুত এবং তা জমাকরণ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

যানবাহনে সাধারণত জীবাশ্ম ফুয়েল অধিকহারে ব্যবহৃত হয়। সে কারণে যানবাহন থেকে নিঃসৃত ধোঁয়া পরিবেশের জন্য অধিক ক্ষতির কারণ হয়। তাই পূর্বে জীবাশ্ম ফুয়েলের উপর অধিক নির্ভরতা থাকলেও পরিবেশ বিজ্ঞানীগণের হুঁসিয়ারি উচ্চারণের পর এ ফুয়েলের উপর নির্ভরতা কমানোর চেষ্টা চলছে।

১.৭ জীবাশ্ম ফুয়েলের ভবিষ্যৎ (Future of fossil fuels)

জীবাশ্ম ফুয়েল সাধারণত মোটরযান ও শিল্প কারখানায় অধিকহারে ব্যবহৃত হয়। পৃথিবীর উন্নত ও উন্নয়নশীল দেশে প্রতিনিয়ত যে হারে মোটরযান বৃদ্ধি পাচ্ছে, জীবাশ্ম ফুয়েলের খনি সে হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে না। এর অর্থ হলো, আমরা প্রতিনিয়ত বাড়তি হারে ভূ-গর্ভে জমাকৃত জীবাশ্ম ফুয়েল নিঃশেষ করছি এবং এটি খনিতে রূপান্তরের হার খুবই নগণ্য। অধিকহারে এ ফুয়েল ব্যবহার করলে অদূর ভবিষ্যতে এ ফুয়েল নিঃশেষ হয়ে পৃথিবীর চলমান যানবাহনকে থমকে দিতে পারে। ফলে এতে সভ্যতা বিপর্যয়ের সম্ভাবনা রয়েছে।

জীবাশ্ম তেল সাধারণত উত্তর আমেরিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভেনিজুয়েলার পার্বত্য এলাকায় এবং সৌদি আরব, ইরান, ইরাক, কুয়েত, বাহরাইন, ইয়েমেন, আলজেরিয়ার উপসাগরীয় ও উপকূলীয় এলাকায় পাওয়া যায়। তদুপরি রাশিয়া, ইন্দোনেশিয়া, মালয়েশিয়া, চীন, বৃটেন, তুরস্ক, পাকিস্তান, ভারত এবং বাংলাদেশের উপকূল এলাকার স্থলভাগে এ ফুয়েল পাওয়া যায়। প্রতিনিয়ত এ ফুয়েল ব্যবহারের কারণে নিঃশেষিত হচ্ছে বিধায় মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র তাদের প্রয়োজনীয় তেল তেল সমৃদ্ধ এলাকা থেকে সংগ্রহ করে এবং তাদের দেশের তেলখনি সংরক্ষণ করে রেখেছে। এভাবে বৃটিশ এবং সৌদি আরবে পরীক্ষিত সংরক্ষণ (proved storage) হিসেবে বহু তেল খনি আজও অনাহরিত রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, সৌদি আরবের যে ভূ-খণ্ড লোহিত সাগর এলাকা জুড়ে রয়েছে, তা সম্পূর্ণভাবে তেল খনিতে পরিপূর্ণ যা বৃটিশ কারিগরি বিশেষজ্ঞগণ পরীক্ষা করে ধারণা করেছেন।

আমাদের দেশের বিশেষজ্ঞের ধারণা বঙ্গোপসাগর এলাকায় প্রচুর পরিমাণে খনিজ তেল আছে। বর্তমানে ব্যবহৃত সব ধরনের তেলই বিদেশ থেকে আমদানীকৃত। কেবল মধ্যপ্রাচ্যের উপসাগরীয় দেশ, যেমন—সৌদি আরব, ইরান, ইরাক প্রভৃতি দেশে পৃথিবীর প্রায় এক-তৃতীয়াংশ (১/৩ অংশ) জীবাশ্ম ফুয়েল বা পেট্রোলিয়াম মজুদ রয়েছে।

খনি থেকে উত্তোলিত খনিজ তেল সরাসরি ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয় না। একে তেল শোধনাগারে পরিষ্কার করে পেট্রোল, ডিজেল, কেরোসিন, লুব অয়েল ইত্যাদিতে রূপান্তরিত করে ব্যবহৃত হয়। বাংলাদেশের একমাত্র তেল শোধনাগার রয়েছে চট্টগ্রামে। পৃথিবীতে বর্তমানে খনিজ তেলের বার্ষিক উৎপাদন প্রায় ৩০০ কোটি মেট্রিক টন।

১.৮ জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প (The alternatives of fossil fuel)

জীবাশ্ম ফুয়েলের উপর নির্ভরতা কমিয়ে অন্য যেসব ফুয়েলের মাধ্যমে দৈনন্দিন কার্যক্রম পরিচালনা করা হয় তাকে জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প ফুয়েল বলে। যেমন—তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস, বাতাসের অক্সিজেন (oxygen of air), সৌরশক্তি (solar energy), পারমাণবিক ফুয়েল (U-235) প্রভৃতি।

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস এবং রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস মূলত প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে উৎপন্ন হয়। এ গ্যাসের চাপ কমালে তরল হয়, যাকে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস বলে। এটিকে সাধারণত ছোট আকৃতির পেট্রোল ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসের চাপ আরো বৃদ্ধি করলে সে গ্যাসকে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। এটিকে সাধারণত ট্যাক্সি ক্যাব, তিনচক্রবিশিষ্ট যান (three wheeler) ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। এ ফুয়েল দ্বারা পরিবেশ দূষণ ঘটে না এবং ফুয়েলের মূল্যও অন্য ফুয়েল অপেক্ষা কম।

ভবিষ্যতে জীবাশ্ম ফুয়েল দুষ্প্রাপ্য হবে, এ কথা মাথায় রেখে অনেক দেশের বিজ্ঞানী ও গবেষক বিকল্প ফুয়েল ব্যবহার করে মোটরযান এবং শিল্প প্রতিষ্ঠান চালানোর চিন্তা ভাবনা করছেন।

হাইড্রোজেন উপাদানকে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করে বর্তমানে মোটরযান তৈরি করছে জাপানের জেনারেল মোটর কোম্পানি, জার্মানির ওপেল এবং আমেরিকার জেনারেল মোটর কোম্পানি। ১.২ চিত্রে জাপানের ফুয়েল সেল টেকনোলজি নির্মিত হাইড্রোজেন–৩ মোটরযানটি দেখানো হয়েছে।

চিত্র ১.২ : জাপানের ফুয়েল সেল টেকনোলজি নির্মিত হাইড্রোজেন–৩ মোটরযান।

এতে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়েছে হাইড্রোজেন গ্যাস। এই মোটরযান ক্রয়ের জন্য বিশ্বের লক্ষ লক্ষ ক্রেতা নিবন্ধন করেছেন। জাপানের আরেকটি মোটরযান প্রস্তুত কোম্পানি সৌরশক্তি ব্যবহারকারী চার্জারযুক্ত ব্যাটারি চালিত মোটরযান উৎপাদন করছে এবং এই কোম্পানি তাদের প্রস্তুতকৃত যান ব্যাপক ব্যবহারের জন্য বাজারজাত করার চেষ্টা করছে। এগুলো সবই বাতাস দূষণমুক্ত বা পরিবেশ সংরক্ষণকারী মোটরযান।

১.৯ বিকল্প ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of alternative fuels)

বিকল্প ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নরূপ :

সুবিধা	অসুবিধা
(১) সাধারণত ফুয়েল সরাসরি দাহ্য পদার্থ (fusible element) হিসেবে পরিগণিত হয়। এটি থেকে উদ্ভূত ফুয়েল প্রাপ্তি সহজতর।	(১) বিকল্প ফুয়েলের মূল পদার্থ হলো রাসায়নিক উপাদান, তা থেকে ফুয়েলের উপাদান নিষিক্ত করে ফুয়েলে পরিণত করা হয়। এ ফুয়েল প্রাপ্তি সহজতর নয়।
(২) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস পরিবহন প্রাকৃতিক গ্যাস পরিবহন অপেক্ষা সহজতর। কারণ এতে লিকেজ থাকলে পরবর্তীতে তা মেরামত করা যায়।	(২) প্রক্রিয়াজাত করার সময় প্রাকৃতিক গ্যাসের অপচয় হয় এবং লিকেজের কারণে অনেক গ্যাসীয় ফুয়েল উড়ে যায়। এতে অগ্নিকাণ্ডও ঘটতে পারে।
(৩) বিকল্প ফুয়েল বিভিন্ন প্রাকৃতিক উপাদান থেকে রাসায়নিক উপায়ে সংগ্রহ করা হয়। ফলে এটির উৎস অজস্র। যেমন– পানি, প্রাকৃতিক গ্যাস, বাতাস প্রভৃতি	(৩) চাপ বৃদ্ধি, তাপ কমানো প্রভৃতি নিয়ন্ত্রিত উপায়ে এ ফুয়েল প্রস্তুত করা হয় বলে এটির প্রস্তুত বা রূপান্তর প্রক্রিয়া জটিল।
(৪) জীবাশ্ম ফুয়েল থেকে কিছু অংশ নিষিক্ত করলেও এ ফুয়েলে ক্ষতিকর উপাদান কম থাকে বলে এটি বায়ুমণ্ডলকে তেমন কলুষিত করে না।	(৪) বিকল্প ফুয়েল প্রস্তুতে ক্ষেত্রবিশেষে যন্ত্র, আলাদা সংগ্রাহক প্রভৃতির প্রয়োজন হয়। ফলে এই যন্ত্রের জন্য অতিরিক্ত ব্যয় করতে হয়।
(৫) এ ফুয়েল প্রকৃতি থেকে উদ্ভূত হয় বিধায় এটি জীবাশ্ম ফুয়েলের মত একদিন একেবারে নিঃশেষ হয়ে যাবার সম্ভাবনা নেই।	(৫) যেকোনো ডিলার এ ফুয়েল প্রস্তুত, বিক্রয় ও বাজারজাত করতে পারে না। এ কাজে সংশ্লিষ্ট শিক্ষায় শিক্ষিত ব্যক্তির প্রয়োজন হয়, যার জন্য অতিরিক্ত ব্যয়ের প্রয়োজন হয়।

ব্যবহারিক কাজ

বিভিন্ন ফুয়েল শনাক্তকরণ (Identifying the various types of fuels)

উদ্দেশ্য :

(১) কঠিন ফুয়েল শনাক্ত করা,

(২) তরল ফুয়েল শনাক্ত করা,

(৩) গ্যাসীয় ফুয়েল শনাক্ত করা ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্র ও দ্রব্য : বিভিন্ন ফুয়েল শনাক্ত করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্র ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) বিভিন্ন কঠিন ফুয়েলের নমুনা, (২) বিভিন্ন তরল ফুয়েলের নমুনা, (৩) বিভিন্ন বায়বীয় ফুয়েলের নমুনা, (৪) বিভিন্ন বিকল্প ফুয়েলের নমুনা, (৫) নিরাপত্তা পোশাক (হ্যান্ড গ্লোভস ও অ্যাপ্রোন), (৬) প্রজ্জ্বলক ইত্যাদি।

বিভিন্ন ফুয়েল শনাক্ত করতে নিম্নেবর্ণিত কাজের ধারা অনুসরণ করা হয়, যেমন—

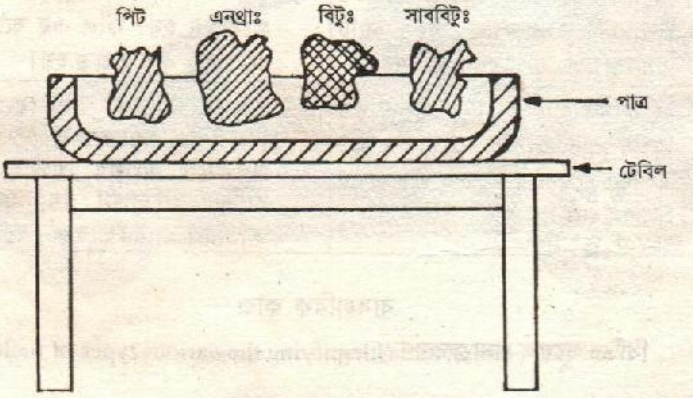
(১) কঠিন ফুয়েল শনাক্তকরণ :

(ক) পিট কয়লা (peat coal) : পিট কয়লা দেখতে বাদামি রঙের এবং এটি অন্য কয়লার চেয়ে নিকৃষ্ট মানের। এতে অধিক আর্দ্রতা থাকে এবং এটি ব্যবহারের পূর্বে শুকিয়ে নিতে হয়। এটির তাপীয়মান ৩৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(খ) এনথ্রাসাইট কয়লা (anthracite coal) : এ ধরনের কয়লার রং কালো এবং আগুন ধরালে এটি নীলাভ ছোট শিখায় দহনকার্য সম্পন্ন করে। এতে ছাইয়ের পরিমাণ কম এবং এটি উন্নতমানের। এই কয়লার তাপীয়মান ৮৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(গ) বিটুমিনাস কয়লা (bituminous coal) : এ ধরনের কয়লা নরম এবং উন্নতমান সম্পন্ন। এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয় এবং প্রজ্জ্বলনের সময় লম্বা হলুদ বর্ণের ধোঁয়াযুক্ত শিখা ধারণ করে। এই কয়লার তাপীয়মান ৭,৮০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(ঘ) সাববিটুমিনাস কয়লা (sub-bituminous coal) : এটি প্রকৃতির দিক থেকে অনেকটা বিটুমিনাস কয়লার মতোই। তবে এই কয়লা দেখতে কালো। এটি ১২% থেকে ১৫% আর্দ্রতা ধারণ করে। এটির তাপীয়মান প্রায় ৪৬০০ কিলোক্যালরি/কেজি।



চিত্র ১.৩ : বিভিন্ন কয়লার নমুনা।

(ঙ) লিগনাইট কয়লা (lignite coal) : এই কয়লার রং তামাটে বর্ণের এবং দহনের সময় এটি হলুদ বর্ণ ধারণ করে। এটি পিট কয়লার তুলনায় উন্নত এবং এই কয়লার তাপীয়মান ৫০০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

এই কয়লার কিছু নমুনার (গুঁড়া প্রকৃতির) নাম লিখে টেবিলের উপর নিরীক্ষণ করা হয় এবং প্রজ্বলক দ্বারা জ্বালিয়ে এর দহন প্রকৃতির তারতম্য খেয়াল করতে হয়। ১.৩ চিত্রে বিভিন্ন কয়লার নমুনা দেখানো হয়েছে।

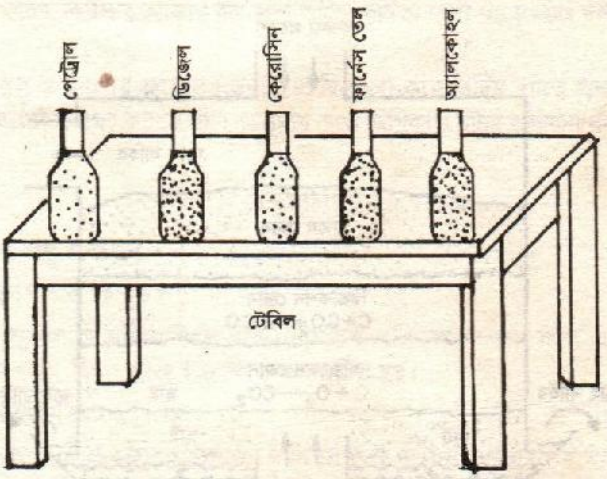
(২) তরল ফুয়েল শনাক্তকরণ :

তরল ফুয়েলকে আলাদা আলাদাভাবে বোতলে রাখা হয় এবং এগুলোতে নাম লিখে টেবিলের উপর রাখা হয়। অতঃপর, এগুলোর শনাক্তকরণ কার্য সম্পন্ন করা হয়, যা ১.৪ চিত্রে দেখানো হয়েছে।

(ক) পেট্রোল (Petrol) : পেট্রোল দেখতে হালকা হলুদ বর্ণের। এটি দ্রুত বাষ্পীভূত হয় এবং অগ্নিশিখা ৬ ইঞ্চি দূরে থাকলেও এতে আগুন ধরে যায়। পেট্রোলের তাপীয়মান ১০,৪০০ কিলোক্যালরি/কেজি এবং এর আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭ থেকে ০.৭৫। পেট্রোলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ৩৫° – ৪০° ফারেনহাইট।

(খ) ডিজেল তেল (Diesel oil) : ডিজেল পেট্রোলের চেয়ে ভারি। এটি দেখতে হালকা বাদামি। এটি পেট্রোলের তুলনায় একটু ধীরে বাষ্পীয় হয় এবং এর ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১২০° ফারেনহাইট থেকে ১৫০° ফারেনহাইট। ডিজেলের তাপীয়মান ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি এবং এটির আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৮১ থেকে ০.৮৫।

(গ) কেরোসিন তেল : এ তেল ডিজেলের চেয়ে হালকা। এ ফুয়েলকে সাধারণত প্রদীপ, হারিকেন ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয়। প্রজ্জ্বলনের সময় অধিক কালো ধোঁয়া নির্গত হয় বলে এটি ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয় না।



চিত্র ১.৪ : বিভিন্ন তরল ফুয়েলের নমুনা।

(ঘ) অপরিশোধিত তেল : এ তেল গাঢ় নীলাভ রং বিশিষ্ট এবং পেট্রোল, কেরোসিন ও ডিজেল অপেক্ষা ভারি। এ তেল সাধারণত খনি থেকে আহরণ করা হয় এবং এটিকে পরিশোধন করেই উন্নতমানের ফুয়েল পাওয়া যায়। এ তেলে কিছু অবাঞ্ছিত উপাদান মিশ্রিত থাকে বলে এটিকে ইঞ্জিনে ব্যবহার করা যায় না।

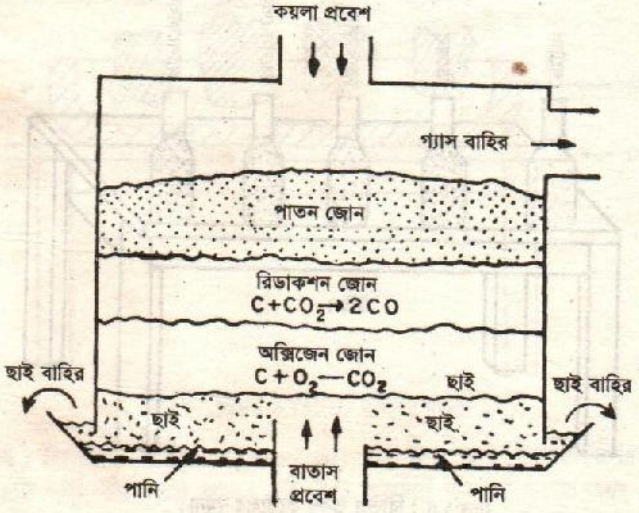
(ঙ) অ্যালকোহল : এটি একটি সংপৃক্ত মিশ্রণ এবং একটি উন্নতমানের ফুয়েল। এটি বিশুদ্ধভাবে অথবা পেট্রোলের সাথে মিশিয়ে ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটি খামারের পচা দ্রব্য থেকে উৎপন্ন করা হয় এবং এটি তৈরি করতে অধিক খরচ হয়।

(৩) বায়বীয় ফুয়েল শনাক্তকরণ

বায়বীয় ফুয়েল ১৫ থকে ৩০০০ পি.এস.আই.জি চাপে সংরক্ষিত থাকে বলে একে খোলা পাত্রে প্রদর্শন করা যায় না। এর শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া নিম্নরূপ :

(ক) প্রাকৃতিক গ্যাস (Natural gas): ভূ-গর্ভের চাপে ও তাপে বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থের সংমিশ্রণে প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তি হয়। এটির উপাদান হচ্ছে—ইথেন, মিথেন, প্রোপেন ইত্যাদি হাইড্রোকার্বন। তবে এটির প্রধান উপাদান হলো মিথেন এবং গ্যাসে মিথেনের পরিমাণ ৭০% থেকে ৯৭%। এই গ্যাস সাধারণত পেট্রোলিয়াম খনির উপরিভাগে থাকে এবং খনিতে একটি নির্দিষ্ট তাপ ও চাপে অবস্থান করে। ইগনাইটর দিয়ে জ্বালানো হলে এটি নীলাভ শিখায় প্রজ্জ্বলিত হয়। এটি বর্ণহীন ও মৃদু গ্যাস। প্রাকৃতিক গ্যাসের তাপীয়মান ৬,০০০ থেকে ১২,৫০০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার।

(খ) কোল গ্যাস : কয়লার বিনাশকারী পাতনের সময় উদ্ভূত উপাদান হিসেবে কোল গ্যাস পাওয়া যায়। এই গ্যাসের তাপীয় মান ৭,৬০০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার পাওয়া যায়। এই বায়বীয় ফুয়েলে মিথেন ৩৫% এবং হাইড্রোজেনের পরিমাণ থাকে ৪৫%।



চিত্র ১.৫ : বায়বীয় ফুয়েল প্রস্তুত।

(গ) ব্লাস্টফার্নেস গ্যাস : ব্লাস্টফার্নেস থেকে এ ধরনের গ্যাসীয় বা বায়বীয় ফুয়েল পাওয়া যায়। এ ফুয়েলে নাইট্রোজেন ৫২% এবং কার্বন মনোক্সাইডের পরিমাণ থাকে ৩০%। ব্লাস্ট ফার্নেস গ্যাসের তাপীয় মান ৯৭০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার।

(ঘ) তৈরি গ্যাস (Prepared gas) : কৃত্রিম উপায়ে প্রস্তুতকৃত গ্যাসকে তৈরি গ্যাস বলে। এ গ্যাসের তাপীয়মান ১২০০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার।

(ঙ) প্রোডিউসার গ্যাস : কোক, কয়লা ইত্যাদির অপোড়া অংশের দহনে প্রোডিউসার গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই গ্যাসের উপাদান হচ্ছে নাইট্রোজেন ৬২% এবং কার্বন মনোক্সাইড ২৩%। প্রোডিউসার গ্যাসের তাপীয়মান ১২০০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার পর্যন্ত হতে পারে।

(চ) ওয়াটার গ্যাস : উত্তপ্ত কোকের বেডের উপর দিয়ে বাষ্প প্রবাহের মাধ্যমে ওয়াটার গ্যাস পাওয়া যায়। এ গ্যাসের উপাদান হচ্ছে—হাইড্রোজেন ৫০% এবং কার্বন মনোক্সাইড ৪০.২%। ওয়াটার গ্যাসের তাপীয়মান ৯৭০ কিলোক্যালরি/ ঘনমিটার পর্যন্ত হতে পারে। ১.৫ চিত্রে বিভিন্ন গ্যাস তৈরির কারখানায় বায়বীয় ফুয়েল প্রস্তুতের দৃশ্য দেখানো হয়েছে।

সাবধানতা : কঠিন, তরল ও বায়বীয় ফুয়েল সমীক্ষা কাজে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়। যেমন—

(১) বিভিন্ন ফুয়েলের প্রকৃতি দেখে এটির মান নির্ণয় করতে হয়। অন্যথায় সমীক্ষা কাজে ভুল থেকে যায়।

(২) কঠিন ফুয়েল নির্দিষ্ট আকারে গুঁড়া করে গুঁড়াকৃত কয়লায় (pulverised coal) পরিণত করা হয় এবং এতে অগ্নি সংযোগ করে পরীক্ষা করার মাধ্যমে সমীক্ষা কাজ সম্পাদন করতে হয়। কারণ, কয়লার আকার বড় হলে তাতে আর্দ্রতা বেশি থাকে এবং দহনে বিলম্ব ঘটে।

(৩) তরল ও বায়বীয় ফুয়েলের উদ্বায়ীতা বিবেচনা করে নির্দিষ্ট দূরত্বে প্রজ্জ্বলক ধরে ফুয়েলের প্রজ্জ্বলন সমীক্ষা করতে হয়। অন্যথায় এতে অগ্নিকাণ্ড ঘটার সম্ভাবনা থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ফুয়েলকে শক্তির উৎস বলে। নিয়ন্ত্রিত প্রক্রিয়ায় দহনের ফলে এটি তাপীয় শক্তি, যান্ত্রিক শক্তি, বিদ্যুৎ শক্তি ইত্যাদিতে রূপান্তরিত হয়।

২। তাপ ইঞ্জিন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : অন্তর্দাহ ও বহির্দাহ ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে ফুয়েল ও বাতাসের সমন্বয়ে দহন ঘটিয়ে ইঞ্জিনকে চালিত করে। তাই এ ইঞ্জিনকে তাপ ইঞ্জিন বলে। পেট্রোল ইঞ্জিন, ডিজেল ইঞ্জিন, বাষ্প অথবা গ্যাস টারবাইন ইত্যাদি তাপ ইঞ্জিনের উদাহরণ।

৩। কি কি মূল উপাদানের সমন্বয়ে ফুয়েল উৎপন্ন হয়?

উত্তর : ফুয়েলের মূল উপাদান হলো হাইড্রোজেন ও কার্বন, এ দুটি উপাদানের সমন্বয়ে ফুয়েল উৎপন্ন হয় বলে ফুয়েলকে অন্য কথায় হাইড্রোকার্বন বলে।

৪। ফুয়েলের রঞ্জক উপাদান বলতে কি বুঝ?

উত্তর : পেট্রোল অথবা ডিজেল ফুয়েলের দহন মান বৃদ্ধিকল্পে যে উপাদান এতে মিশানো হয়, তাকে ফুয়েলের রঞ্জক উপাদান বলে। পেট্রোলে নির্দিষ্ট পরিমাণ রঞ্জক উপাদান মিশানো হলে সে ফুয়েলকে অকটেন ফুয়েল এবং ডিজেলে নির্দিষ্ট পরিমাণ রঞ্জক উপাদান মিশালে তাকে সিটেন ফুয়েল বলে।

৫। পারমাণবিক ফুয়েল কি?

উত্তর : যে ফুয়েলের অণু ও পরমাণুর মধ্যে চেইন বিক্রিয়া ঘটানোর মাধ্যমে প্রচুর তাপ অথবা তেজস্ক্রিয় শক্তি উৎপন্ন করা হয়, তাকে পারমাণবিক ফুয়েল বলে। U-235, Th-232 এবং P-239 প্রভৃতি পারমাণবিক ফুয়েলের উদাহরণ।

৬। LPG এবং CNG কি?

উত্তর : LPG এবং CNG হলো এক ধরনের বায়বীয় বা গ্যাসীয় ফুয়েল, যাদের মধ্যে LPG হলো তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস এবং CNG হলো রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস।

৭। সবচেয়ে উন্নতমানের ফুয়েল বলতে কোন ফুয়েলকে বুঝায়?

উত্তর : ১০০ অকটেন ও ৯০ সিটেনকে যথাক্রমে উন্নতমানের পেট্রোল ও ডিজেল ফুয়েল বুঝায়। কারণ এ ফুয়েল দহনের সময় কোনো দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না।

৮। ফুয়েল প্রধানত কত প্রকার?

উত্তর : ফুয়েলকে প্রধানত তিনভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—(১) কঠিন ফুয়েল, (২) তরল ফুয়েল ও (৩) বায়বীয় বা গ্যাসীয় ফুয়েল।

৯। উৎপত্তিস্থল বিবেচনা করে ফুয়েল কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : উৎপত্তিস্থল বিবেচনা করে ফুয়েলকে চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—(ক) পূর্ব ভূ-মধ্যসাগরীয় বেসিন, (খ) ক্যারিবিয়ান বেসিন, (গ) দূরপ্রাচ্য বেসিন এবং (ঘ) উত্তর পোলার বেসিন ফুয়েল।

১০। কোন্ শতাব্দীতে বাষ্প ইঞ্জিন আবিষ্কৃত হয়?

উত্তর : ষোড়শ শতাব্দীতে যখন তিন চক্র মোটরযানের আবিষ্কার হয় তখন উন্নতমানের ইঞ্জিন হিসেবে বাষ্প ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয় এবং তৎপূর্বেই এই ইঞ্জিনের আবিষ্কার হয়েছে।

১১। জীবাশ্ম ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : জীবজন্তুর দেহ কালক্রমে মাটির নিচে চাপা পড়লে হাড় থেকে স্নেহ জাতীয় পদার্থ আলাদা হয়ে একত্রে জমা হতে হতে তেলের খনি উৎপন্ন হয়। এ ফুয়েলকে জীবাশ্ম ফুয়েল বলে। কয়লা, তেল, গ্যাস এর অন্তর্ভুক্ত।

১২। জীবাশ্ম ফুয়েল কোন কোন এলাকায় পাওয়া যায়?

উত্তর : জীবাশ্ম ফুয়েল সাধারণত উত্তর আমেরিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভেনিজুয়েলার পার্বত্য এলাকায় এবং সৌদি আরব, ইরান, ইরাক, কুয়েত, বাহরাইন, ইয়েমেন, আলজেরিয়ার উপসাগরীয় ও উপকূলীয় এলাকায় পাওয়া যায়।

১৩। জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : জীবাশ্ম ফুয়েলের উপর নির্ভরতা কমিয়ে অন্য যেসব ফুয়েল ব্যবহার করে দৈনন্দিন কার্যক্রম পরিচালনা করা হয়, তাকে জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প ফুয়েল বলে। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদি এ ফুয়েলের উদাহরণ।

১৪। কয়লা কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : কয়লাকে পাঁচভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—(১) পিট কয়লা, (২) এনথ্রাসাইট কয়লা, (৩) বিটুমিনাস কয়লা, (৪) সাববিটুমিনাস কয়লা এবং (৫) লিগনাইট কয়লা।

১৫। ফুয়েল তেল সাধারণত কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : ফুয়েল তেল সাধারণত পাঁচ প্রকার, যথা—(১) পেট্রোল বা গ্যাসোলিন, (২) ডিজেল তেল, (৩) কেরোসিন তেল, (৪) অপরিশোধিত বা ফার্নেস তেল, (৫) অ্যালকোহল।

১৬। গ্যাসীয় ফুয়েল সাধারণত কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : গ্যাসীয় ফুয়েলকে সাধারণত ছয় ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন–(১) প্রাকৃতিক গ্যাস, (২) কোল গ্যাস, (৩) ব্লাস্টফার্নেস গ্যাস, (৪) তৈরি গ্যাস, (৫) প্রোডিউসার গ্যাস, (৬) ওয়াটার গ্যাস প্রভৃতি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ফুয়েলের আধুনিক ধারণা
উত্তর : ১.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
২। বিভিন্ন ফুয়েলের গুরুত্ব বর্ণনা কর।
উত্তর : ১.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
৩। ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ প্রদর্শন কর।
উত্তর : ১.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
৪। জীবাশ্ম ফুয়েল বলতে কি বুঝ, বর্ণনা কর।
উত্তর : ১.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
৫। জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প বলতে কি বুঝ ও বর্ণনা কর।
উত্তর : ১.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
৬। বিকল্প ফুয়েলের তিনটি সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।
উত্তর : ১.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।
৭। কঠিন ফুয়েল শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া লিখ।
উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

৮। তরল ফুয়েল শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

৯। গ্যাসীয় ফুয়েল শনাক্তকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ফুয়েলের আধুনিক ব্যবহার বর্ণনা কর।

২। ফুয়েলের গুরুত্ব সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৩। ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ দেখাও।

৪। জীবাশ্ম ফুয়েল কি লিখ এবং এ ফুয়েলের ভবিষ্যৎ সম্পর্কে লিখ।

৫। জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প কোনগুলো? এ ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা কি?

৬। টীকা লিখ :

(ক) ফুয়েলের রূপান্তর প্রক্রিয়া,

(খ) ফুয়েলের আধুনিক ধারণা,

(গ) ফুয়েলের গুরুত্ব,

(ঘ) প্রাচীন ফুয়েলের আবিষ্কার,

(ঙ) জীবাশ্ম ফুয়েল।

৭। বিভিন্ন ফুয়েল শনাক্তকরণ কাজের উপর ব্যবহারিক প্রতিবেদন লিখ।

দ্বিতীয় অধ্যায়
কঠিন ফুয়েল

২.১ ভূমিকা

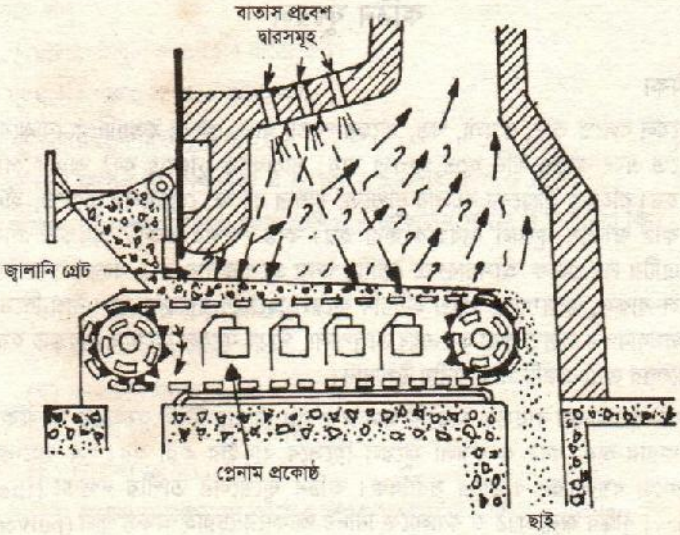
কঠিন ফুয়েল বলতে কাঠ, কয়লা, খড়, গাছের পাতা, বাঁশ, গোবর ইত্যাদিকে বোঝায়। কাঠ জঙ্গল হতে এবং কয়লা খনি হতে পাওয়া যায়। সাধারণত চুল্লিতে কাঠ অধিক পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। বহির্দাহ ইঞ্জিনের বয়লার চুল্লিতে, রান্নার কাজে, হোটেলের চুল্লিতে, ইটভাটার চুল্লিতে কাঠ জাতীয় ফুয়েল ব্যবহার করা হয়। কাঠ দেশের একটি অর্থকরী প্রাকৃতিক সম্পদ। এটির লগ থেকে আসবাবপত্র তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় কাঠ সংগ্রহ করা হয় এবং এটির ছাল-বাকল, ডালপালা, পাতা ইত্যাদি ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। বাঁশ দিয়ে ঘরের খুঁটি ও আসবাবপত্র প্রস্তুত করা হয় এবং ডালপালা, পাতা ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এটি কুটির শিল্পের জন্য একটি প্রয়োজনীয় উপাদান।

শিল্প-কারখানায় ব্যবহৃত মাঝারি ক্ষমতাসম্পন্ন ফায়ার টিউব বয়লারে পানিকে বাষ্পে পরিণত করার জন্য কাঠ ও কয়লা ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সব ধরনের তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে বয়লারের ব্যবহার সর্বাধিক। কঠিন ফুয়েলের তাপীয় দক্ষতা (thermal efficiency) বৃদ্ধির জন্য কাঠ ও কয়লাকে নির্দিষ্ট আকারে চেরাই অথবা গুঁড়া (pulverised) করা হয় বিধায় ফুয়েল থেকে আর্দ্রতা দূর হয়। ফলে এটি চুল্লিতে ভাল জ্বলে এবং অপচয় অত্যন্ত কম হয়। করাতের গুঁড়া (saw dust), গুঁড়া কয়লা (pulverised coal) কঠিন ফুয়েলের মধ্যে উত্তম যা তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বয়লার চুল্লিতে ব্যবহার করা হয়।

যেসব দেশে বন-জঙ্গলের পরিমাণ এবং কয়লা খনির সংখ্যা অধিক সেখানে কঠিন ফুয়েলের প্রাচুর্যতাও অধিক। উন্নত দেশে যেমন- আমেরিকা, জার্মানি, বৃটেন, জাপান, অস্ট্রেলিয়ায় কঠিন ফুয়েলের প্রাচুর্যতা রয়েছে। কারণ এসব দেশে বনাঞ্চলের পরিমাণ মোট ভূ-খণ্ডের প্রায় ৫০% এর অধিক। আর আমাদের দেশে বনাঞ্চলের পরিমাণ মোট ভূ-খণ্ডের প্রায় ৮%। ফলে এদেশে কঠিন ফুয়েলের প্রাচুর্যতাও কম রয়েছে। আমাদের দেশে ছোট ছোট কামারশালায় পিট জাতীয় কয়লা ব্যবহার করা হয়। গৃহস্থালি রান্নার কাজেও পিটের ব্যবহার উল্লেখযোগ্য। পিট কয়লার তাপীয় মান কাঠের অনুরূপ। নিম্ন তাপমাত্রায় কাঠ পোড়ালে এটির যে অংশ অবশিষ্ট থাকে তা চারকোল নামে পরিচিত। চারকোল কয়লা ব্লাস্ট ফার্নেসের ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। তবে ব্লাস্টফার্নেস কোকের উপর বেশি নির্ভরশীল। কয়লা উত্তপ্ত করে তা হতে উদ্বায়ী অংশ বের করে দিলে যে অবশিষ্টাংশ পাওয়া যায় তাকে কোক বলে।

বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রে সাধারণত পিট, এনথ্রাসাইট, বিটুমিনাস ও লিগনাইট কয়লা ব্যবহৃত হয়। কাঠ, কয়লা প্রজ্জলনে তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রে অধিক ধোঁয়া ও কার্বন জমে

বলে বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে এই ধরনের ফুয়েলের ব্যবহার বর্তমানে খুবই কম। তাছাড়া ১ কেজি কাঠের তাপীয় মান ৩,০০০ থেকে ৪,০০০ ক্যালরি যা অন্য ফুয়েলের তুলনায় খুবই কম বিধায় শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রে কাঠকে সাধারণত ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। ফলে তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রে জনপ্রিয় কঠিন ফুয়েল হিসেবে কয়লাকেই প্রাধান্য দেয়া হয়। ২.১ চিত্রে চুল্লিতে কঠিন ফুয়েল সরবরাহের রেখাচিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ২.১ : চুল্লিতে কঠিন ফুয়েল সরবরাহ।

২.২ কঠিন ফুয়েলের গুরুত্ব (Importance of solid fuels)

কঠিন ফুয়েলের মধ্যে কাঠ সবচেয়ে সহজপ্রাপ্য। কাঠ দ্বারা রুচিশীল আসবাবপত্র তৈরি হয় এবং লগের বাকল, কাঠের গুঁড়া, ডালপালা ইত্যাদি ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। উন্নয়নশীল দেশের গ্রামাঞ্চলে ৯০% এর অধিক লোক ফুয়েল হিসেবে কাঠ ব্যবহার করে। শহর ও শহরতলীতে ফুয়েল হিসেবে এল.পি.জি, প্রাকৃতিক গ্যাস, কেরোসিন, বৈদ্যুতিক হিটার ইত্যাদি ব্যবহার করলেও এখানকার প্রায় ২০% মানুষ কাঠ ব্যবহার করে। শহর ও গ্রামের গরিব জনগোষ্ঠী গাছপালার মরা ডাল ও পাতা ব্যবহার করে ফুয়েলের চাহিদা মেটায়। শহর ও গ্রামে স্থাপিত ইটের ভাটায় ফুয়েল হিসেবে কাঠ ও কয়লা জনপ্রিয়তার সাথে ব্যবহৃত হয়।

ভেজা কাঠের তুলনায় শুকনা কাঠ এবং চেরাই করা কাঠ ভাল জ্বলে। কারণ চেরাই করা ও শুকনা কাঠে আর্দ্রতার ভাগ কমে যায় এবং এতে প্রজ্জ্বলন ক্ষমতা বাড়ে। পূর্বে যখন কয়লার খনি আবিষ্কার হয় নি তখন কাঠই ছিল মানুষের একমাত্র ফুয়েল।

কয়লাখনি আবিষ্কারের পূর্বে বাষ্প ইঞ্জিনের বয়লারের পানিকে বাষ্প করার কাজে কাঠই ব্যবহার করা হতো। কাঠের তাপীয়মান কয়লার চেয়ে কম বিধায় বিভিন্ন তাপবিদ্যুৎ

কেন্দ্রের বয়লারে কয়লাই ব্যবহার করা হতো এবং এখনও হচ্ছে। পার্শ্ববর্তী দেশ ভারতে এখনও দেশের চাহিদার ৫২% বিদ্যুৎ শক্তি এই কয়লা ব্যবহৃত তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র থেকেই পাওয়া যায়। বাংলাদেশে কিছু বনজ সম্পদ থাকলেও ১৯৯০ খ্রিস্টাব্দের পরে দিনাজপুরের বড় পুকুরিয়াতে বড় আকারের কয়লার খনি পাওয়া গেছে। এই কয়লা ব্যবহার করে এই এলাকায় ৪০০ মেগাওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন একটি বাষ্পীয় তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র স্থাপন করা হয়েছে।

বনজ সম্পদ কালক্রমে মাটির নিচে চাপা পড়লেই কয়লা খনির উদ্ভব ঘটে। তাই কাঠ হলো কয়লার পরিপূরক। কাঠ চেরাই করে ঘরের মধ্যে জমা রাখলে এবং পুরানো হলে এটির আর্দ্রতা আরো হ্রাস পায়। তখন, এটির প্রজ্জ্বলন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। কয়লাও জমা করে রাখা হয় এবং ব্যবহারের পূর্বে এটিকে নির্দিষ্ট আকারে ভেঙে ফেলা হয়।

তাপের উৎস হলো সূর্য। এই ভূ-পৃষ্ঠে মানুষের জীবনযাত্রা নির্বাহের জন্য সূর্যের পরেই কঠিন ফুয়েল ব্যবহারের গুরুত্ব অপরিসীম। উন্নত দেশের মানুষ শীতকালে ঘরের মধ্যে কাঠ জ্বালিয়ে ঘর গরম করে। এজন্য কঠিন ফুয়েলের গুরুত্ব বেশি।

২.৩ কঠিন ফুয়েলের উপাদান (The composition of solid fuels)

কঠিন ফুয়েল বলতে প্রধানত কাঠ ও কয়লাকেই বোঝায়। সেজন্য এ দুটি ফুয়েলের উপাদান নিচে প্রদান করা হলো, যেমন—

(১) কাঠ : কাঠ প্রজ্জ্বলন কালে প্রায় পিট কয়লার মতোই কার্বনযুক্ত ধোঁয়া নির্গত হয়। এটিতে ৭০% এর উপরে কার্বন, ২০% এর নিচে অক্সিজেন এবং প্রজ্জ্বলনের পরে ছাইয়ের পরিমাণ ১০% এর বেশি দেখা যায়। সে কারণে এ ফুয়েলকে ইঞ্জিন ও পাওয়ার প্ল্যান্টে সচরাচর ব্যবহার করা হয় না।

(২) কয়লা : যেহেতু কয়লাকে পাঁচভাগে ভাগ করা হয়, তাই নিচে পাঁচ প্রকার কয়লার উপাদান উল্লেখ করা হয়েছে, যেমন—

(ক) পিট কয়লা : কয়লার মধ্যে এটিই সবচেয়ে নিম্নমানের, যাতে আর্দ্রতার পরিমাণ বেশি থাকে। পিট কয়লায় নিম্নবর্ণিত উপাদান থাকে, যেমন—

কার্বন (C) = ৬০% হাইড্রোজেন (H) = ৮%

অক্সিজেন (O) = ৩৩% এবং ছাই (Ash) = ১.২%

(খ) লিগনাইট কয়লা : এটি পিট কয়লার চেয়ে উন্নত। নিচে এ ফুয়েলের উপাদান উল্লেখ করা হলো—

কার্বন (C) = ৬৭%, হাইড্রোজেন (H) = ৫%

অক্সিজেন (O) = ২০% এবং ছাই (Ash) = ৮%

(গ) বিটুমিনাস কয়লা : এটি একটি উন্নতমানের কয়লা, যা অধিক পরিমাণে উদ্বায়ী পদার্থ ধারণ করে। এটি নিম্নবর্ণিত উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত, যেমন—

কার্বন (C) = ৮৩.৫%, হাইড্রোজেন (H) = ৫%

অক্সিজেন (O) = ৫% এবং ছাই (Ash) = ৬.৫%

(ঘ) সাববিটুনাস কয়লা : এ ধরনের বিটুমিনাস কয়লায় ১২% থেকে ১৫% আর্দ্রতা থাকে এবং এই ফুয়েলের রং কালো। এতে কার্বনের পরিমাণ ৭০% এর বেশি, হাইড্রোজেন ৫% এর নিচে এবং অক্সিজেন ৪% এর নিচে ও ছাইয়ের পরিমাণ ৭% এর বেশি পরিলক্ষিত হয়।

(ঙ) এনথ্রাসাইট কয়লা : এ ধরনের কয়লা সবচেয়ে উন্নত বলে প্রতীয়মান হয়। প্রজ্জ্বলনের পরে এই ফুয়েলে সবচেয়ে কম পরিমাণে ছাই পাওয়া যায়। এ ফুয়েলের উপাদান নিম্নরূপ :

কার্বন (C) = ৯০% হাইড্রোজেন (H) = ৩%
অক্সিজেন (O) = ২% এবং ছাই (Ash) = ৫%

২.৪ কঠিন ফুয়েলের ধর্ম (The properties of solid fuels)

কঠিন ফুয়েল বলতে কাঠ ও কয়লাকে বোঝায়। এই ফুয়েলের ধর্ম নিম্নরূপ :

(১) কাঠ : এ ফুয়েল প্রজ্জ্বলনে প্রচুর কালো ধোঁয়ার সৃষ্টি হয়। শুষ্ক কাঠে কার্বন মনোক্সাইডের পরিমাণ কম এবং ভেজা কাঠে কার্বন মনোক্সাইডের পরিমাণ বেশি থাকে। এই ফুয়েলের তাপীয় মান প্রতি কেজিতে ৩০০০ থেকে ৪০০০ কিলোক্যালরি হয়। এটি সাধারণত গ্রাম্য ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(২) পিট কয়লা : কয়লার মধ্যে পিট কয়লা নিম্নমানের। কারণ এতে বেশি পরিমাণে আর্দ্রতা থাকে ফলে ব্যবহারের পূর্বে এটিকে শুকিয়ে নিতে হয়। পিট কয়লার তাপীয় মান ৩৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি। পিট কয়লা সাধারণত চুলার ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(৩) লিগনাইট কয়লা : এ কয়লার রং তামাটে এবং দহনের সময় এটি হলুদ বর্ণ ধারণ করে। এটির মান পিট কয়লার তুলনায় উন্নত। লিগনাইট কয়লার তাপীয়মান ৫০০০ কিলোক্যালরি/কেজি। এটি বাষ্পীয় তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রে, বাষ্প ইঞ্জিনে এবং সাধারণ ফুয়েল হিসেবেও ব্যবহৃত হয়।

(৪) বিটুমিনাস কয়লা : এ কয়লা নরম এবং এটিতে প্রচুর পরিমাণে উদ্বায়ী পদার্থ বিদ্যমান। এটি একটি উন্নত মানের কয়লা ও ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। বিটুমিনাস কয়লা প্রজ্জ্বলনের সময় ধোঁয়াযুক্ত শিখা উৎপন্ন হয়। এটির তাপীয়মান ৭৮০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(৫) সাব-বিটুমিনাস কয়লা : এ কয়লায় ১২% থেকে ১৫% আর্দ্রতা থাকে। এ কয়লার রং কালো এবং এটির তাপীয়মান প্রায় ৪,৬০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(৬) এনথ্রাসাইট কয়লা : এ কয়লা সবচেয়ে উন্নতমানের কয়লা হিসেবে পরিচিত। এটির বর্ণ কালো এবং নীলাভ ছোট শিখায় দহন কার্য সম্পন্ন করে। প্রজ্জ্বলনের পর এই কয়লা থেকে সবচেয়ে কম পরিমাণে ছাই পাওয়া যায়। এটির তাপীয়মান ৮,৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

২.৫ প্রাকৃতিক কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম (The composition and properties of natural solid fuels)

প্রাকৃতিক কঠিন ফুয়েল সাধারণত উদ্ভিদজাত। এই পদার্থের রূপান্তরের ফলে কয়লার সৃষ্টি হয়। হাজার লক্ষ বছর পূর্বে ঘন বন জঙ্গল ভূ-ত্বকের পরিবর্তনের ফলে মাটির নিচে চাপা

পড়ে এবং প্রবল চাপে ও তাপে ক্রমে এটি কয়লায় পরিণত হয়। প্রাকৃতিক পরিবর্তনের মাত্রা ও হারের উপর কয়লার মান নির্ভর করে।

সাধারণত কয়লার প্রধান উপাদান কার্বন। এটি ছাড়া কয়লাতে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার, নাইট্রোজেন ও কিছু ছাই থাকে। উল্লিখিত উপাদান কয়লাতে কমবেশি পরিমাণে থাকার কারণেই বিভিন্ন শ্রেণীর কয়লার মান বিভিন্ন হয়। সাধারণত নিম্নবর্ণিত শতকরা হারের পরিসরে কয়লায় বিভিন্ন উপাদান বিদ্যমান থাকে, যেমন—

নং	উপাদান	শতকরা হার
(ক)	কার্বন	৫০ থেকে ৯৫ ভাগ
(খ)	হাইড্রোজেন	২ থেকে ৫.৫ ভাগ
(গ)	অক্সিজেন	০.২ থেকে ৪ ভাগ
(ঘ)	সালফার	০.৫ থেকে ৭ ভাগ
(ঙ)	নাইট্রোজেন	০.৫ থেকে ৩ ভাগ
(চ)	ছাই	২ থেকে ৩০ ভাগ

কঠিন ফুয়েলের মধ্যে ঘন আঁশযুক্ত শুষ্ক কাঠ অধিক তাপীয়মান এবং হালকা আঁশযুক্ত ভেজা কাঠ অপেক্ষাকৃত কম তাপীয়মান হয়। নিচে বিভিন্ন কয়লার ধর্ম বর্ণনা করা হলো, যেমন—

(ক) এনথ্রাসাইট কয়লা : মানের দিক থেকে কয়লার মধ্যে এনথ্রাসাইট কয়লা সর্বশ্রেষ্ঠ। যুক্তরাষ্ট্র এনথ্রাসাইট কয়লার সবচেয়ে বড় উৎপাদনকারী দেশ। এতে কার্বন ৯২%, উদ্বায়ী পদার্থ ৮% এর কম এবং কিছুটা ছাইয়ের উপস্থিতি বিদ্যমান। এটি পরিষ্কারভাবে জ্বলে এবং ধোঁয়া উৎপন্ন হয় না। এটি খুবই শক্ত ও উজ্জ্বল। তাই এ কয়লাকে গুঁড়া করা কঠিন। এটিকে শীত প্রধান দেশে সাধারণত ঘর গরম করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

(খ) বিটুমিনাস কয়লা : বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র, রেলগাড়ির বাষ্প ইঞ্জিন পরিচালনার ক্ষেত্রে ফুয়েল হিসেবে বিটুমিনাস কয়লা ব্যবহৃত হয়। যুক্তরাষ্ট্রের পশ্চিম ভার্জিনিয়া, পেনসিলভানিয়া, কেন্টাকি, ইলিনিয়, ওহিও, ইন্ডিয়ানা, আলাবামা ইত্যাদি রাজ্যে এ কয়লা পাওয়া যায়। এনথ্রাসাইট কয়লার চেয়ে এটি বেশি উদ্বায়ী। বিটুমিনাস কয়লা প্রজ্জ্বলনের সময় একটু ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।

(গ) সাববিটুমিনাস কয়লা : গুণের দিক থেকে এটি বিটুমিনাস ও এনথ্রাসাইট কয়লার মাঝামাঝি। এই কয়লায় হাইড্রোজেনের ভাগ বেশি এবং আর্দ্রতা, ছাই ও সালফারের পরিমাণ অপেক্ষাকৃত কম। এটিতে কার্বনের পরিমাণ ৯০% থেকে ৯৩%, উদ্বায়ী পদার্থ ১০% থেকে ২০% এবং অক্সিজেন ২% থেকে ৪% থাকে। এ কয়লায় তাপীয়মান বেশি। গ্যাস তৈরির কাজে এই কয়লা অধিক উপযোগী।

যুক্তরাষ্ট্রের ওয়াইওমিং, মান্টানায় এবং কলারেডোতে এই কয়লা অধিক পাওয়া যায়।

(ঘ) লিগনাইট কয়লা : লিগনাইট কয়লা পিট ও বিটুমিনাস কয়লার মাঝামাঝি স্তরের। এটির রং বাদামি অথবা কালো। বিটুমিনাস কয়লার তুলনায় লিগনাইটের আর্দ্রতার

পরিমাণ বেশি এবং তাপীয়মান কম। খনি হতে উত্তোলনের সময় এতে ৩০% থেকে ৪০% জলীয় বাষ্প থাকে। বাতাসে শুকানোর পর এতে আর্দ্রতা ১৫% থেকে ২০% এ দাঁড়ায় এবং ছাইয়ের পরিমাণ থাকে ৪% থেকে ৬%। এ ছাই উৎপাদনের তাপমাত্রা প্রায় ২০০০° ফারেনহাইট। এতে উদ্বায়ী পদার্থ ৫০%। এটির তাপীয়মান কম এবং আকারে ছোট হয়ে থাকে।

২.৬ কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম (The composition and properties of artificial solid fuels)

যেসব কঠিন ফুয়েল সরাসরিভাবে প্রকৃতি থেকে উৎপাদিত হয় না অথচ প্রকৃতিজাত বিভিন্ন বস্তু বা বস্তুর সমন্বয়ে উৎপন্ন হয় তাকে কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল বলে। মানুষের ব্যবহারিক প্রয়োজনে মানুষই কিছু কলাকৌশল খাটিয়ে এই ফুয়েল প্রস্তুত করে। সে কারণে এ ফুয়েলকে অন্যকথায় প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ কঠিন ফুয়েলও বলে। কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলের তালিকা ও সংক্ষিপ্ত বর্ণনা নিম্নরূপ :

(১) কাঠ কয়লা ;
(২) কোক, এটি আবার দুই প্রকার, যথা—
  (ক) কোল কোক এবং
  (খ) পেট্রোলিয়াম কোক,
(৩) ব্রিকেটেড কোল,
(৪) পালভারাইজড কোল,
(৫) আখের ছোবড়া,
(৬) ধানের খোসা।

(১) কাঠ কয়লা : শুষ্ক পাতন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উন্নতমানের কাঠ কয়লা উৎপন্ন হয়। উল্লিখিত পদ্ধতিতে কাঠ কয়লা উৎপন্ন করার সময় উপজাত দ্রব্য হিসেবে মিথাইল অ্যালকোহল, এসিটোন, গ্যাস জাতীয় উপাদান ও আলকাতরা (tar) উৎপাদিত হয়। কাঠ কয়লা উৎকৃষ্ট ফুয়েলরূপে কামারশালায় ও ধাতু নির্মাণজনিত বিশোধন কাজের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। কারণ কাঠ কয়লায় সালফার জাতীয় পদার্থ থাকে না। এ ফুয়েলের গড় তাপীয়মান প্রায় ৫২০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(২) কোক : নরম জাতের কয়লাকে কোনো আবদ্ধ পাত্রে ধ্বংসাত্মক পাতন প্রক্রিয়ায় প্রভাবিত করলে যে বস্তু উৎপন্ন হয় তাকে 'কোক' বলে। ধাতু কার্যে ব্যবহৃত কোক উৎপাদনে বিহাইভ-ওভেন ও বাইপ্রোডাক্ট ওভেন, এ দুটি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে প্রধান যে বস্তু বা ফুয়েল তৈরি হয়, তাকে কোক এবং কোক উৎপাদনকালে যে উপজাত দ্রব্য বা ফুয়েল উৎপন্ন হয়, তাকে কোক ওভেন গ্যাস বলে।

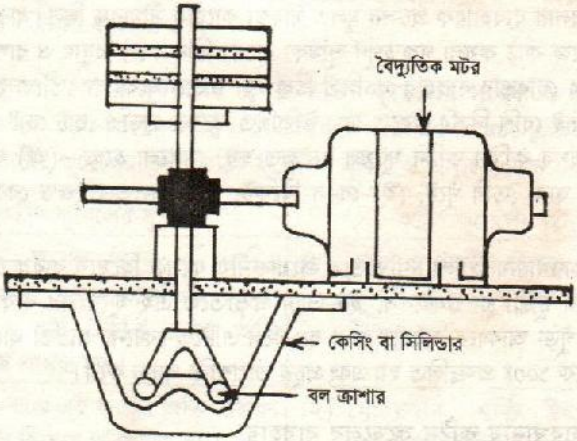
কোক যে বস্তু থেকে উৎপন্ন হয়, তাদের শ্রেণী অনুযায়ী কোক মূলত দুই ধরনের হয়ে থাকে, যেমন—

(ক) কোল কোক : কয়লা থেকে উৎপন্ন কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলকে কোল কোক বলে।

(খ) পেট্রোলিয়াম কোক : পেট্রোলিয়াম শোধনকালে যে কোক পাওয়া যায়, তাকে পেট্রোলিয়াম কোক বলে।

(৩) ব্রিকেটেড কোল : ইট বেশি পুড়লে যেমন সেটি ঝামা হয়ে যায়, সেরূপ কয়লার আকার চাপে ও তাপে ইটের আকারে রূপ নিলে তাকে ব্রিকেটেড কোল বলে। এটিকে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

(৪) পালভারাইজড কয়লা : পালভারাইজার দ্বারা বড় আকৃতির কয়লাকে গুঁড়া করে নির্দিষ্ট আকৃতিতে আনলে তাকে পালভারাইজড কোল বলে। ২.২ চিত্রানুযায়ী বলমিলে কয়লা ভেঙ্গে ১০০ হতে ২০০ নম্বরের সরু জালের ছাঁকনি দ্বারা ছাঁকলে তা নির্দিষ্ট আকারে পরিণত হয়। এতে পালভারাইজড কয়লা ৯৬% থেকে ৯৯.৫% দহন ঘটানোর সামর্থ্য অর্জন করে।



চিত্র ২.২ : কয়লা ভাঙ্গার পালভারাইজার।

(৫) আখের ছোবড়া : আখ ভাঙ্গানো কল বা ক্রাসার দ্বারা আখ ভাঙানোর পর আখ থেকে রস আলাদা হয়ে যায়। এই ছোবড়াকে আবারও ক্রাসারে দিয়ে অবশিষ্ট রস সংগ্রহের পর ছোবড়া প্রায় আর্দ্রতাশূন্য হয়। এই ছোবড়া তখন ফুয়েল হিসেবে অথবা কাগজ তৈরির কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। গুড় তৈরির কলের সন্নিকটে আখের রস ও খেজুরের রস জ্বালানোর কাজে গ্রামে গঞ্জে এই ফুয়েলের জনপ্রিয়তা রয়েছে।

(৬) ধানের খোসা : শুকনো ধান অথবা সিদ্ধ করা শুকনো ধান ঢেকি অথবা চাউলের কলে ভাঙ্গিয়ে চাউল আলাদা করার পর ধানের অবশিষ্ট অংশকে ধানের খোসা বলে। ধানের কুঁড়া ছাকনি দ্বারা চেলে চাউল ও ছোট দানা মাছ ও হাঁস-মুরগির খাদ্যের জন্য আলাদা করা হলে পরিষ্কার ধানের খোসা পাওয়া যায়। বয়লারে পানি গরম করা, চুল্লিতে ধান সিদ্ধ করা, রান্না করা ইত্যাদি কাজে এই ফুয়েল ব্যবহার করা হয়।

কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলে পিট জাতীয় কয়লার মতো উপাদান পাওয়া যায়। যেমন—এতে ৪৩% থেকে ৮৫% কার্বন, ২% থেকে ৬% হাইড্রোজেন, ১% থেকে ৪৮% অক্সিজেন এবং ৩% থেকে ১৩% ছাই থাকে। এ ফুয়েলের প্রজ্জ্বলনের সময় লাল ও নীলাভ-হলুদ শিখা উৎপন্ন হয়।

২.৭ শিল্প কারখানার কঠিন ফুয়েল (The industrial solid fuels)

শিল্প কারখানায় পেট্রোলিয়ামের পরই যে ফুয়েল অপরিহার্য বলে বিবেচিত হয়, তা হলো কয়লা। পেট্রোলিয়ামজাত ফুয়েল প্রাপ্তির ক্রমবর্ধমান কয়লার ব্যবহারকে সীমাবদ্ধ করে তোলে। পঞ্চাশের দশকে (১৯৫০ সালের দিকে) মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে মোট ফুয়েল ব্যবহারের শতকরা ৩০ ভাগই মিটানো হতো কয়লা দ্বারা। ব্যবহারিক দিক থেকে পূর্বে বাংলাদেশের পেট্রোলিয়াম জাত ফুয়েলের পরেই ছিল কয়লা। বর্তমানে এই ক্ষেত্রটি প্রাকৃতিক গ্যাস দখল করেছে। যেসব কঠিন ফুয়েল পরবর্তীতে শিল্প কারখানায় ফুয়েলের কাজে ব্যবহৃত হয়, সেগুলো হচ্ছে—(ক) পিট, (খ) কাঠ কয়লা, (গ) কোক, (ঘ) কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল ইত্যাদি।

পিট কয়লার ব্যবহারিক প্রচলন মূলত গার্হস্থ্য কাজেই সীমাবদ্ধ ছিল। ধাতব কর্মশালায় ছোট খাট কাজে কাঠ কয়লা গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। চিনি কলে বিদ্যুৎ ও বাষ্প উৎপাদনের কাজে আখের ছোবড়ার ব্যবহার প্রচলিত ছিল। ব্লাস্টফার্নেসকে পরবর্তীতে কোক জাতীয় ফুয়েলের প্রতিই বেশি নির্ভর করতে হয়। উল্লিখিত ফুয়েল ছাড়াও ছোট ছোট কারখানায় ও গৃহ কাজে যেসব কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল ব্যবহৃত হয়, সেগুলো হচ্ছে—(অ) ধানের খোসা, (আ) গোবর দ্বারা তৈরি ঘুঁটে, (ই) কোল ব্রিকেট, (ঈ) পালভারাইজড কোল, (উ) গুল ইত্যাদি।

শিল্প কারখানায় কয়লা চূর্ণ অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রের চুল্লি, ব্লাস্টফার্নেস, ইট-ভাটা প্রভৃতিতে এই ফুয়েলের ব্যবহার ব্যাপক। এ ফুয়েলকে গুঁড়া আকারে ব্যবহার করা হয় বলে এটিতে কোনো আর্দ্রতা থাকে না। ফলে এটি ৯৫% থেকে ১০০% প্রজ্জ্বলিত হয় এবং প্রচুর তাপশক্তি প্রদান করে।

২.৮ শিল্প কারখানায় কঠিন ফুয়েলের ব্যবহার

ছোট বড় শিল্প কারখানায় বিভিন্ন কঠিন ফুয়েল ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) কাঠ : কয়লা ও অন্যান্য ফুয়েল ছাড়া কঠিন ফুয়েল হিসেবে কাঠও কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। কারণ ইটের ভাটায় কাঠ জনপ্রিয়তার সাথে ব্যবহার করা হয়। তদুপরি, পাটকল, কাপড়ের কল, বাষ্পীয় বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র ইত্যাদির ফায়ার অথবা ওয়াটার টিউব বয়লারের চুল্লিতে শুকনো কাঠ ব্যবহৃত হয়। তবে কয়লার প্রাচুর্যতা বেশি এবং মূল্যমান সমান হলেও উন্নত মানের ফুয়েল বিবেচনা করে কাঠের চেয়ে কয়লার ব্যবহারকেই প্রাধান্য দেয়া হয়। শীতপ্রধান দেশে ঘর গরম করার জন্য কাঠ ব্যবহার করা হয়।

(২) চারকোল, কোক ও আখের ছোবড়া : আমাদের দেশে ছোট ছোট কামার শালায়, স্বর্ণকারের কারখানায়, রান্নার কাজে চারকোল এবং কোক এর ব্যবহার রয়েছে। চারকোলকে ব্লাস্টফার্নেসের ফুয়েল হিসেবেও ব্যবহার করা হয় এবং ক্ষেত্রবিশেষে এতে কোকও ব্যবহার করা হয়।

চিনি অথবা গুড় তৈরির চুল্লি, হলুদ সিদ্ধের চুল্লি, ধান সিদ্ধ করার চুল্লি, বয়লার চুল্লি ইত্যাদিতে ফুয়েল হিসেবে আখের ছোবড়া ব্যবহার করা হয়।

(৩) কয়লা : শীতপ্রধান দেশে ঘর গরম করার জন্য এনথ্রাসাইট, বিটুমিনাস হিসেবে কয়লা ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন শিল্প কারখানায় বয়লারের ফোর্সড গ্রেট চুল্লিতে এই

ফুয়েল ব্যবহার করা হয়। রাসায়নিক উৎপাদন ক্ষেত্র, বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র, রেলগাড়ির বাষ্প ইঞ্জিনের বয়লার চুল্লিতে বিটুমিনাস কয়লাকে ব্যবহার করা হয়। পিগ আয়রন পরিশোধনের চুল্লিতেও বিটুমিনাস কয়লা ব্যবহারের প্রচলন রয়েছে।

আবার গ্যাস তৈরির কাজে সাব–বিটুমিনাস কয়লা ব্যবহার করা হয়। লিগনাইট কয়লাকে কলকারখানা ও পারিবারিক কাজে ব্যবহার করা হয়। সাববিটুমিনাস কয়লাকে গুঁড়া করে গুঁড়া কয়লা হিসেবে কলকারখানার চুল্লিতে ও পারিবারিক কাজের চুল্লিতে ব্যবহার করা হয়। বিটুমিনাস কয়লাকে সাধারণ যে কোনো কাজে ব্যবহার করা হয়।

সেমি বিটুমিনাস কয়লাকে বয়লারের চুল্লিতে ব্যবহার করা হয়। ফোর্সড ড্রাফট গ্রেটে এনথ্রাসাইট কয়লাও ব্যবহৃত হয়।

২.৯ তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of solid fuels over liquid and gaseous fuels)

তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা নিচে বর্ণনা করা হলো।

কঠিন ফুয়েলের সুবিধা	কঠিন ফুয়েলের অসুবিধা
(১) কঠিন ফুয়েল তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের মতো প্রাকৃতিক ফুয়েল হলেও এটি প্রকৃতি থেকে অতি সহজে পাওয়া যায়।	(১) তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েল অপেক্ষা কঠিন ফুয়েল প্রজ্জ্বলনের সময় কম বেশি ধোঁয়া উৎপন্ন হয়।
(২) গ্রামে-গঞ্জে এই ফুয়েল অতি সাধারণ ফুয়েল হিসেবে পরিগণিত হয়।	(২) মোটরযান, শক্তি উৎপাদন কেন্দ্র, বয়লারের চুল্লিতে তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েল ব্যবহার কঠিন ফুয়েলের তুলনায় অধিক কার্যকর।
(৩) দরিদ্র মানুষও এ ফুয়েল সংগ্রহ ও ব্যবহার করতে পারে।	(৩) উন্নত দেশে কঠিন ফুয়েলকে শুধু ঘর গরম করতে ব্যবহৃত হয় এবং এজন্য সেদেশে অনেক কঠিন ফুয়েল অযথা পুড়িয়ে দেয়া হয় অথবা স্তূপীকৃত থাকে।
(৪) কঠিন ফুয়েলকে অন্য ফুয়েল অপেক্ষা সংরক্ষণ করা সহজ।	(৪) তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের দাম বেশি ও কঠিন ফুয়েলকে ইটের ভাটায় ব্যবহার করা হয় এবং এজন্য গাছপালা উজাড় ও পরিবেশ কলুষিত হয়।
(৫) প্রাকৃতিক ফুয়েলের সঙ্গে কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলও জনপ্রিয়তার সাথে ব্যবহার করা হয়।	(৫) কঠিন ফুয়েলের তাপীয়মান তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েল অপেক্ষা কম। ফলে একই পরিমাণ তাপশক্তি উৎপাদন করতে এই ফুয়েল অধিক পরিমাণে ব্যবহার করতে হয়।

(৬) কঠিন ফুয়েলের মূল্য তরল ও বায়বীয় ফুয়েল অপেক্ষা অনেক কম।	(৬) কঠিন ফুয়েল ব্যবহারের সময় কালি পড়ে এবং এতে ঘরের রং নষ্ট হয়।
(৭) এই ফুয়েলকে যেকোনোভাবে ব্যবহার করা যায় এবং শুকনো ফুয়েল ভালোভাবে প্রজ্জ্বলিত হয়। কিন্তু তরল ও বায়বীয় ফুয়েল সংগ্রহের পর এটিকে পরিশোধন কারখানায় শোধন করতে হয়।	(৭) তরল ও বায়বীয় ফুয়েলকে একবার পরিশোধন করে সংরক্ষণ করলে আবহাওয়ার তারতম্যে সমস্যা হয় না। কিন্তু কঠিন ফুয়েল ঝড়, বৃষ্টি ও বাতাসে ভিজে যায় এবং ব্যবহারে সমস্যা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কঠিন ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : কঠিন ফুয়েল বলতে যে ফুয়েলকে প্রাকৃতিকভাবে কঠিন অবস্থায় পাওয়া যায় যেমন, কাঠ, কয়লা, খড়, গাছের পাতা, বাঁশ, গোবর ইত্যাদি।

২। কঠিন ফুয়েলের উৎপত্তিস্থল কোথায়?

উত্তর : কঠিন ফুয়েলের মধ্যে কাঠ বন-জঙ্গল থেকে এবং কয়লা খনি থেকে পাওয়া যায়।

৩। এক কেজি কাঠের তাপীয়মান কত?

উত্তর : এক কেজি কাঠের তাপীয়মান ৩,০০০ থেকে ৪,০০০ কিলোক্যালরি। এই মান অন্য ফুয়েল অপেক্ষা খুবই কম।

৪। সর্বোৎকৃষ্ট কয়লার নাম কি?

উত্তর : সর্বোৎকৃষ্ট কয়লার নাম হলো এনথ্রাসাইট কয়লা। কারণ এটির তাপীয়মান অধিক এবং আর্দ্রতা ও ছাইয়ের পরিমাণ কম।

৫। নিকৃষ্ট শ্রেণীর কয়লার নাম কি?

উত্তর : নিকৃষ্ট শ্রেণীর কয়লার নাম হলো পিট কয়লা। কারণ এটির তাপীয়মান কম এবং আর্দ্রতা ও ছাইয়ের পরিমাণ অধিক।

৬। লিগনাইট কয়লায় কি কি উপাদান রয়েছে?

উত্তর : লিগনাইট কয়লায় নিম্নবর্ণিত উপাদান থাকে, যেমন- কার্বন (C) = ৬৭%, হাইড্রোজেন (H) = ৫%, অক্সিজেন (O) = ২০% এবং ছাই (ash) = ৮%।

৭। কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : যেসব কঠিন ফুয়েল সরাসরি প্রকৃতি থেকে উৎপাদিত হয় না অথচ প্রকৃতিজাত বিভিন্ন বস্তুর সমন্বয়ে উৎপন্ন হয়, তাকে কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল বলে। কাঠ, কয়লা, কোক, আখের ছোবড়া ইত্যাদি এই ফুয়েলের উদাহরণ।

৮। কোক কি?

উত্তর : নরম জাতের কয়লাকে কোনো আবদ্ধ পাত্রে ধ্বংসাত্মক পাতন প্রক্রিয়ায় প্রভাবিত করলে যে বস্তু বা ফুয়েল উৎপন্ন হয় তাকে কোক বলে।

৯। শিল্প কারখানায় কঠিন ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : শিল্প কারখানায় নিম্নবর্ণিত কঠিন ফুয়েল ব্যবহৃত হয়, যেমন– (১) পিট, (২) কাঠ কয়লা, (৩) কোক, (৪) পাটকাঠি, (৫) আখের ছোবড়া, (৬) কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল ইত্যাদি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কঠিন ফুয়েল কি? এটি কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : কঠিন ফুয়েল বলতে কাঠ, কয়লা, খড়, গাছের পাতা, বাঁশ, গোবর ইত্যাদিকে বোঝায়। এটি সাধারণত দুই প্রকার, যথা—

(১) প্রাকৃতিক কঠিন ফুয়েল : এটি সরাসরি প্রকৃতি থেকে পাওয়া যায়। এই ফুয়েল আবার দুই প্রকার, যথা :

(ক) কাঠ এবং (খ) কয়লা।

(২) কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল : এটি সরাসরি প্রকৃতি হতে উৎপাদিত হয় না অথচ প্রকৃতিজাত বিভিন্ন বস্তুর সমন্বয়ে উৎপন্ন হয়। আবার মানুষের দ্বারা সৃষ্ট পরোক্ষ কঠিন ফুয়েলকে কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল বলে।

এটিকে ছয়ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—(অ) কাঠ কয়লা, (আ) কোক যেমন, কোল কোক ও পেট্রোলিয়াম কোক, (ই) ব্রিকেটেড কয়লা, (ঈ) গুঁড়া কয়লা, (উ) আখের ছোবড়া এবং (ঊ) ধানের খোসা।

২। কঠিন ফুয়েলের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

উত্তর : কঠিন ফুয়েল বলতে মূলত কাঠ, কাঠ জাতীয় দ্রব্য ও কয়লাকে বোঝায়। গ্রামের প্রায় ৯০% মানুষ এবং শহরের প্রায় ২০% মানুষ কঠিন ফুয়েল ব্যবহার করে। এ ফুয়েল সহজলভ্য বলে অর্থবিত্তহীন, স্বল্প আয়ের জনগণ ও বিত্তশালী সবাই ব্যবহার করে। বিবর্তনের ফলে মাটির নিচে গাছপালা চাপা পড়লেই তা থেকে কয়লা উৎপন্ন হয়। এগুলো থেকে উপজাত দ্রব্য হিসেবে আলকাতরা, পিচ, প্রোডিউসার গ্যাস উৎপন্ন হয়।

৩। টীকা লিখ :

(ক) কাঠ, (খ) লিগনাইট কয়লা, (গ) এনথ্রাসাইট কয়লা।

উত্তর : ২.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। তিন প্রকার কঠিন ফুয়েলের ধর্ম লিখ।

উত্তর : ২.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কয়লায় কি কি উপাদান থাকে, তার শতকরা হার উল্লেখ কর।

উত্তর : ২.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল কত প্রকার ও কি কি? শিল্প কারখানায় এগুলোর কোনটির ব্যবহার অধিক?

উত্তর : ২.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। কঠিন ফুয়েল কত প্রকার ও কি কি? শিল্প কারখানায় এগুলোর ব্যবহার লিখ।

উত্তর : ২.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের পাঁচটি সুবিধা লিখ।

উত্তর : ২.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের পাঁচটি অসুবিধা লিখ।

উত্তর : ২.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। কঠিন ফুয়েল কি? এটি কত প্রকার ও কি কি? সাধারণ কর্মকাণ্ডে কঠিন ফুয়েলের গুরুত্ব বর্ণনা কর।

২। কি কি উপাদান নিয়ে কঠিন ফুয়েল প্রস্তুত হয় এবং বিভিন্ন কঠিন ফুয়েলের ধর্ম লিখ।

৩। কৃত্রিম কঠিন ফুয়েল বলতে কি বুঝ? এটি কত প্রকার ও কি কি? এগুলোর উৎপাদন ও ব্যবহার লিখ।

৪। শিল্প কারখানার কঠিন ফুয়েল বলতে কি বুঝ? এই ফুয়েলের ব্যবহার লিখ।

৫। তরল ও গ্যাসীয় ফুয়েলের উপর কঠিন ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

৬। টীকা লিখ :

(ক) লিগনাইট কয়লা,

(খ) বিটুমিনাস কয়লা,

(গ) এনথ্রাসাইট কয়লা,

(ঘ) কাঠ কয়লা,

(ঙ) কোক।

তৃতীয় অধ্যায়

কয়লা : গঠন, শ্রেণীবিন্যাস ও বৈশিষ্ট্য

৩.১ কয়লার গঠন (The formation of coal)

প্রাগৈতিহাসিক যুগে ভূপৃষ্ঠে উদ্ভিদের ব্যাপক বৃদ্ধি ঘটে। এ সকল উদ্ভিদ মরে গিয়ে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়েছে বা ভূমিকম্প বা অন্য কোনো প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে মাটি চাপা পড়েছে। এদের দেহাবশেষ কাদা, পলি বা ভূঅভ্যন্তরের নানা খনিজ পদার্থের সাথে মিশে স্তরে স্তরে জমা হয়। ভূঅভ্যন্তরের প্রচণ্ড তাপে ও চাপে স্তরে স্তরে জমে থাকা এ দেহাবশেষ ক্রমেই পরিবর্তিত হয়ে কয়লায় পরিণত হয়।

চিত্র ৩.১ : উজ্জ্বল বিটুমিনাস কয়লার গঠন ও স্তর।

এ কয়লার আকার ধারণ করার সময় ভূ-অভ্যন্তরের অধিক তাপমাত্রা ও চাপের ফলে কয়লার সঙ্গে আর্দ্রতা ও গ্যাসীয় উপাদান সংযুক্ত হয়। এ সময় কয়লার পূর্বের উপাদান আংশিক ভেঙ্গে পুনরায় গঠিত হয়। এই আকার ধারণের অগ্রগতিতে কয়লার স্তর নির্দিষ্ট হয়। ৩.১ চিত্রে উজ্জ্বল বিটুমিনাস কয়লার গঠন ও স্তর দেখানো হয়েছে।

খনিতে উৎপন্ন হওয়ার সময় কয়লা নিম্নবর্ণিত স্তরে স্তরীভূত হয়, যার স্তর নিচ থেকে উপর পর্যন্ত বর্ণনা করা হলো :

(১) লিগনাইট স্তর,

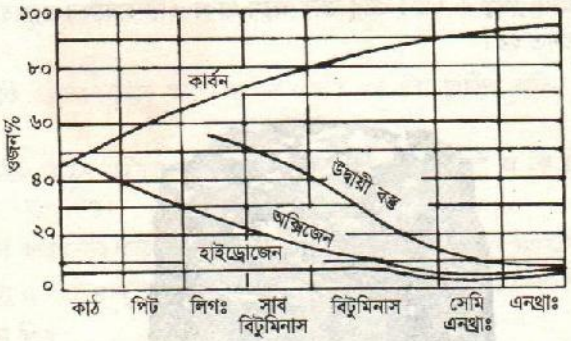
(২) সাববিটুমিনাস স্তর,

(৩) বিটুমিনাস স্তর,

(৪) সেমি এনথ্রাসাইট স্তর,

(৫) এনথ্রাসাইট স্তর।

কয়লার একটি স্তর থেকে অপর স্তরের মধ্যে পরিষ্কারভাবে কোনো বিভক্ত রেখা থাকে না এবং বিভিন্ন জৈবিক উপাদান মিশ্রিত হয়ে কয়লার স্তর বিন্যাস করে। ফলে স্তর গঠনের প্রকৃতি মোতাবেক বিভক্ত রেখাটি ক্ষেত্র বিশেষে লিগনাইট ও বিটুমিনাস অথবা বিটুমিনাস ও এনথ্রাসাইট কয়লার স্তরদ্বয়ের মধ্যে অবস্থান করে। ৩.২ চিত্রে কয়লার গঠন প্রক্রিয়ার সময় সংঘটিত রূপান্তর দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.২ : কয়লার গঠন প্রক্রিয়ায় সংঘঠিত রূপান্তর।

ক্ষয়প্রাপ্ত উদ্ভিদজাত পদার্থ জমাট বেঁধে কয়লার যে প্রাথমিক স্তরটির সৃষ্টি হয়, তাকে পিট বলে। রূপান্তরের প্রথমদিকে এই স্তরে পিটের সঙ্গে উপস্থিত পানি, মিথেন এবং কার্বন-ডাইঅক্সাইড ধীরে ধীরে নিষ্কাশিত হয়। অতঃপর ভূ-গর্ভের চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অধিক অক্সিজেন, উদ্বায়ী বস্তু এবং আর্দ্রতা অপসারিত হলে পিট কয়লা লিগনাইট কয়লায় ও শেষে বিটুমিনাস কয়লায় রূপান্তরিত হয়।

বর্তমানে বাংলাদেশে আশানুরূপ কয়লা খনির সন্ধান পাওয়া গেছে। বগুড়া অঞ্চলের জামালগঞ্জ এবং রাজশাহী অঞ্চলের শিবগঞ্জে উন্নতমানের কয়লা পাওয়া গেছে। সিলেট অঞ্চলের লালঘাট ও টেকেরহাটের কোলাবিলে প্রচুর পরিমাণ পিট কয়লা পাওয়া গেছে।

এছাড়া কুমিল্লা, চট্টগ্রাম, সিলেট, ময়মনসিংহ, দিনাজপুর অঞ্চলে পিট কয়লা পাওয়া গেছে। ১৯৯৫ সাল থেকে দিনাজপুরের বড় পুকুরিয়ায় কয়লা উত্তোলন ও তা ব্যবহার করা হচ্ছে।

৩.২ কয়লার শ্রেণীবিভাগ (The classification of coal)

ভূ-তত্ত্ববিদগণ বহু গবেষণা করে প্রমাণ করেছেন যে উদ্ভিদজাত পদার্থ থেকে পিট এবং তা থেকে কয়লার উৎপত্তি হয়েছে। উদ্ভিদজাত পদার্থের কেলাসিত রূপান্তরই পাথুরে কয়লা। কয়লাকে নিম্নবর্ণিতভাগে ভাগ করা হয়েছে, যেমন—

১। শিলার কাঠামোর পার্থক্য অনুযায়ী পাথুরে কয়লা দুই প্রকার।

(ক) ব্যান্ডেড কয়লা এবং

(খ) নন-ব্যান্ডেড কয়লা।

২। কয়লার স্তর বিন্যাসের ভিত্তিতে পাথুরে কয়লা ছয় প্রকার, যথা—

(অ) লিগনাইট কয়লা,

(আ) সাব-বিটুমিনাস কয়লা,

(ই) বিটুমিনাস কয়লা,

(ঈ) সেমিবিটুমিনাস কয়লা,

(উ) সেমি-এনথ্রাসাইট কয়লা এবং

(ঊ) এনথ্রাসাইট কয়লা।

৩.৩ কয়লার বৈশিষ্ট্য (The properties of coal)

নিচে বিভিন্ন কয়লার বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করা হয়েছে, যেমন—

(১) ব্যান্ডেড কয়লা : ব্যান্ডেড কয়লা সমজাতীয় বস্তু নয়। এটির কোনোটি কালো বা উজ্জ্বল কালো, কোনোটি অনুজ্জ্বল কালো, আবার কোনোটি ধূসর বর্ণের। এগুলো উদ্ভিদজাত উপাদানের রূপান্তরিত বস্তুর স্তর নিয়ে গঠিত। ব্যান্ডেড বা স্তর বিন্যাসের আওতায় লিগনাইট থেকে এনথ্রাসাইট সব ধরনের কয়লাই অন্তর্ভুক্ত। ৩.১ চিত্রে উজ্জ্বল ব্যান্ডেড বিটুমিনাস কয়লা দেখানো হয়েছে।

(২) নন-ব্যান্ডেড কয়লা : নন-ব্যান্ডেড পাথুরে কয়লার কাঠামো সমরূপ ও নিবিড়। এতে স্তরের কোনো প্রমাণ মিলে না। এই কয়লার স্তর নেই বলে উত্তোলন করা অথবা ভাঙার সময় এটি বড় বড় খণ্ডে ভেঙ্গে যায়। এই কয়লা দেখতে তৈলাক্ত কালো রং এর। এ কয়লায় উচ্চাহারে উদ্বায়ী বস্তু থাকে এবং পাতন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এটি থেকে উন্নতমানের আলকাতরা ও হালকা তেল উৎপাদন করা হয়।

(৩) লিগনাইট কয়লা : লিগনাইট কয়লা হলো পিট ও বিটুমিনাস কয়লার মধ্যবর্তী স্তর। এটির রং বাদামি অথবা কালো হয়। এই কয়লার কাঠামো দেখতে কাঠের মতো। এটির আর্দ্রতার হার বেশি, তাপীয়মান কম এবং আকারে ছোট। খনি থেকে উত্তোলনের পর এটির আর্দ্রতা ৩০% থেকে ৪০% এবং বাতাসে শুকানোর পর আর্দ্রতা দাঁড়ায় ১৫% থেকে ২০%। এতে ছাইয়ের পরিমাণ থাকে ৪% থেকে ৬% এবং ছাইয়ের দহন তাপমাত্রা ২০০০° ফারেনহাইট। এটি কারখানা ও পারিবারিক কাজে ব্যবহৃত হয়।

(৪) **সাববিটুমিনাস কয়লা :** সাববিটুমিনাস ও লিগনাইট কয়লা প্রায় একই ধরনের হয়। পার্থক্য হলো আর্দ্রতার হার লিগনাইটের প্রায় অর্ধেক। সুতরাং খনি থেকে উত্তোলনের পর শুধু পার্থক্য হলো সাববিটুমিনাসে আর্দ্রতা ১৫% থেকে ২০% এবং শুকানোর পর দাঁড়ায় ৭.৫% থেকে ১০%।

চিত্র ৩.৩ : নন-ব্যান্ডেড কয়লার গঠন।

(৫) **বিটুমিনাস কয়লা :** পাথুরে কয়লার মধ্যে বিটুমিনাস কয়লা অন্যতম। এটি যে কোনো কাজেই ব্যবহার করা যায়। বাষ্পীয় বৈদ্যুতিক প্ল্যান্টে এ ফুয়েলকে বয়লারে ব্যবহার করা হয়। এতে ছাইয়ের পরিমাণ ৬% থেকে ১২% এবং ছাইয়ের দহন তাপমাত্রা ২০০০° ফারেনহাইট।

(৬) **সেমি-বিটুমিনাস কয়লা :** গুণাগুণের দিক দিয়ে এ কয়লা বিটুমিনাস ও এনথ্রাসাইটের মাঝামাঝি এবং বাষ্প উৎপাদনে বয়লার চুল্লিতে এ ফুয়েলকে ব্যবহার করা হয়। এ কয়লাতে ছাই ও সালফারের হার কম এবং হাইড্রোজেনের হার বেশি। এ কয়লার তাপীয়মান অধিক। এটিতে কার্বনের পরিমাণ ৯০% থেকে ৯৩%, উদ্বায়ী বস্তু ১০% থেকে ২০% এবং অক্সিজেনের পরিমাণ ২% থেকে ৪% থাকে।

(৭) **সেমি-এনথ্রাসাইট কয়লা :** সেমি-এনথ্রাসাইট কয়লা এনথ্রাসাইট কয়লা অপেক্ষা কিছুটা নিম্নমানের। এতে আর্দ্রতার পরিমাণ থাকে ৩%, উদ্বায়ী বস্তু ৮.৪%, কার্বন ৭৮.৯% হতে ৮০% এবং ছাই ৯.৭%। খনি থেকে তোলার পর এটির তাপীয় মান হয় প্রায় ৫,২০০ কিলোক্যালরি/কেজি এবং শুষ্ক অবস্থায় ৫,৬০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(৮) এনথ্রাসাইট কয়লা : মানের দিক দিয়ে সব পাথুরে কয়লার মধ্যে এনথ্রাসাইট কয়লা শীর্ষস্থানীয়। এতে কার্বনের পরিমাণ ৯২%, উদ্বায়ী বস্তু ৮% এবং ছাইয়ের পরিমাণ ৬% এর কম থাকে। এটি শক্ত ও উজ্জ্বল এবং এটির ঘনত্ব বেশি। এই কয়লা উচ্চ তাপমাত্রায় কম অগ্নিশিখায় বা অগ্নিশিখা ছাড়াই প্রজ্জ্বলিত হয়। এটি ভালোভাবে জ্বলে ও ধোঁয়া সৃষ্টি করে না। এই কয়লার প্রাচুর্যতা কম এবং উচ্চ মূল্যবিশিষ্ট। এনথ্রাসাইট কয়লা গুঁড়া করা কষ্টকর ও ব্যয়বহুল। এটি ফোর্সড ড্রাফট গ্রেট চুল্লিতে অধিকহারে ব্যবহৃত হয়।

৩.৪ কুকিং ও নন-কুকিং কয়লা (Cooking and non-cooking coals)

রান্নার চুল্লিতে যে কয়লা ব্যবহার করা হয়, তাকে কুকিং কয়লা বলে। পিট বা পিট জাতীয় কয়লাকে কুকিং কয়লা হিসেবে আখ্যায়িত করা হয়। পিটের তাপীয়মান কাঠের অনুরূপ। আবার বিটুমিনাস ও লিগনাইট কয়লার কুকিং ক্ষমতা আছে। এগুলোও কুকিং কাজে ব্যবহৃত হয়।

নন-কুকিং কয়লা বলতে এমন কতকগুলো কয়লাকে বোঝায়, যেগুলো রান্না ব্যতিরেকে শিল্প কারখানায় ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এনথ্রাসাইট কয়লা, বিটুমিনাস কয়লা, সাব-বিটুমিনাস কয়লা, লিগনাইট কয়লা নন-কুকিং কয়লার অন্তর্ভুক্ত। এনথ্রাসাইট কয়লাকে শীতপ্রধান দেশে ঘর গরম করার কাজে এবং ফোর্সড গ্রেট চুল্লিতে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। বিটুমিনাস কয়লার ব্যবহার ক্ষেত্র হলো রাসায়নিক পদার্থ উৎপাদন ক্ষেত্র, বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র, রেলগাড়ীর বাষ্প ইঞ্জিন ইত্যাদি। সাব-বিটুমিনাস কয়লাকে কলকারখানা ও পারিবারিক কাজে ব্যবহার করা হয়।

৩.৫ পালভারাইজড কয়লা (Pulverised coal)

পালভারাইজড কয়লা বলতে নির্দিষ্ট আকারের গুঁড়া কয়লাকে বুঝায়। যে যন্ত্র দ্বারা বড় আকৃতির কয়লাকে ভেঙে নির্দিষ্ট আকারে গুঁড়া করে কয়লার দহন ধর্ম বৃদ্ধি করা হয়, তাকে পালভারাইজার বলে। এই পালভারাইজারে কয়লাকে ভেঙে উত্তপ্ত করা হয় এবং ১০০ হতে ২০০ সরুজালের ছাঁকনি দ্বারা ছাঁকলে তা নির্দিষ্ট আকারে পরিণত হয়। এতে কয়লা ৯৬% হতে ৯৯.৫% দহন ঘটানোর সামর্থ্য অর্জন করে।

পালভারাইজারকে বৈদ্যুতিক মটর অথবা ইঞ্জিন চালিত শ্যাফট দ্বারা ঘুরানো হয়। শ্যাফটের সাহায্যে কয়লা ভেঙে প্রায় গুঁড়া হয়ে যায়। পালভারাইজার সাধারণত চার প্রকার, যথা—

(১) বল মিল,

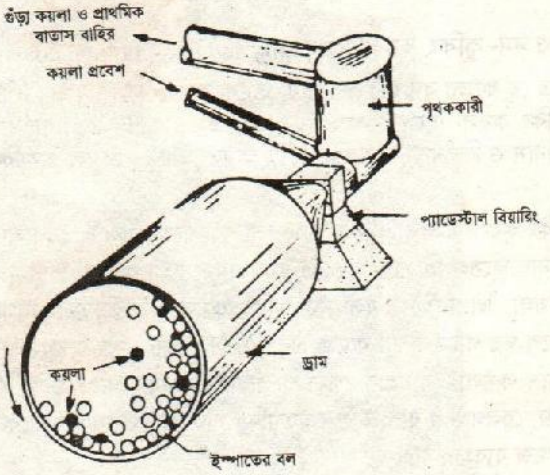
(২) হামপ্যাক্ট মিল,

(৩) রিং রোল মিল এবং

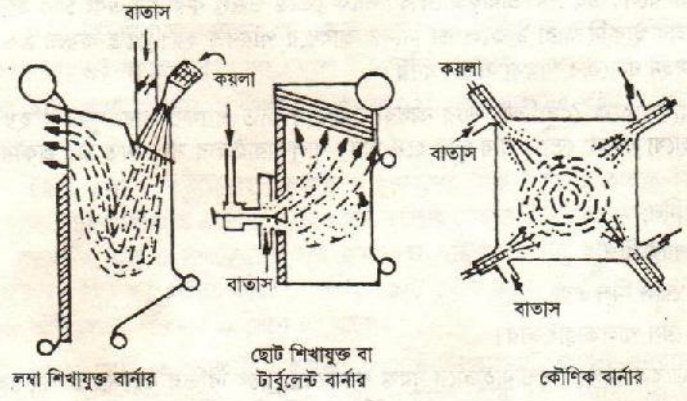
(৪) বল রেস পালভারাইজার।

৩.৪ চিত্রে বল মিল পালভারাইজারে ঘুরন্ত শ্যাফটের সাথে বিভিন্ন ব্যাসের ইস্পাতের বল থাকে। সিলিন্ডারের মধ্যে শ্যাফটযুক্ত বল ক্রাশার প্রতি মিনিটে ২০ বার ঘুরতে থাকে। ক্ষেত্রবিশেষে এই শ্যাফট বিশিষ্ট বল স্থির থাকে কিন্তু বলমিলের কেসিং ঘুরতে থাকে। তখন

সিলিন্ডারের মধ্যকার কয়লা ইস্পাত নির্মিত বলের চাপে গুঁড়া হয়ে যায়। এই সময় গুঁড়া কয়লার সংস্পর্শে উত্তপ্ত বাতাস সরবরাহ করা হয়। ফলে কয়লা হতে আর্দ্রতা দূর হয়। ৩.৫ চিত্রে তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বয়লার চুল্লিতে বিভিন্ন বার্নারে গুঁড়া কয়লা ব্যবহারের দৃশ্য দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৩.৪ : বল মিল পালভারাইজার দ্বারা গুঁড়া কয়লা প্রস্তুত।



চিত্র ৩.৫ : বিভিন্ন কয়লার বার্নারে গুঁড়া কয়লা ব্যবহারের দৃশ্য।

৩.৬ পালভারাইজড কয়লার সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of pulverised coal)

পালভারাইজড কয়লার সুবিধা ও অসুবিধা নিচে বর্ণনা করা হলো :

পালভারাইজড কয়লার সুবিধা	পালভারাইজড কয়লার অসুবিধা
(১) আজকাল বিভিন্ন শিল্প কারখানার চুল্লিতে পালভারাইজড ফায়ারিং পদ্ধতিতে পালভারাইজড কয়লা ব্যবহৃত হচ্ছে।	(১) পালভারাইজড কয়লা যে কোনো চুল্লিতে ব্যবহার করলে সেখানে তাপের অপচয় ঘটার সম্ভাবনা থাকে।
(২) একটি চুল্লিতে বার্নার দ্বারা একক সময়ে অধিক পরিমাণে পালভারাইজড কয়লা প্রজ্জ্বলন করা সম্ভব।	(২) পালভারাইজড কয়লাকে একটি নির্দিষ্ট দহন প্রকোষ্ঠে বার্নার দ্বারা সরবরাহ করা হয়। অন্যথায় নিয়ন্ত্রণে ব্যাঘাত ঘটলে সেখানে অগ্নিকাণ্ড ঘটার সম্ভাবনা থাকে।
(৩) পালভারাইজড কয়লা প্রজ্জ্বলন করে অপেক্ষাকৃত কম খরচে অধিক তাপশক্তি উৎপন্ন করা সম্ভব।	(৩) পালভারাইজারে ছাঁকনি ব্যবহৃত হয় বলে এতে অতিরিক্ত খরচ হয়। তাছাড়া পালভারাইজার এবং উত্তাপকের মূল্যও কম নয়।
(৪) পালভারাইজার দ্বারা কয়লা গুঁড়া করার পর উত্তপ্ত বাতাস সরবরাহ করে সেটি থেকে আর্দ্রতা দূর করা হয় বলে এই কয়লা ৯৬% থেকে ৯৯.৫% দহনযোগ্য হয়।	(৪) পালভারাইজড কয়লা ব্যবহৃত চুল্লিতে দহন যন্ত্র, বয়লার এবং টিউবে কিছু সময় পরপরই ঝুলকালি পড়ে। এতে রক্ষণাবেক্ষণ ব্যয়ও বৃদ্ধি পায়।
(৫) চুল্লিতে এই কয়লাকে বার্নার দ্বারা ছিটিয়ে দেয়া হয় বলে এটি উড়ন্ত অবস্থাতেই প্রজ্জ্বলিত হয় এবং তাপশক্তি উৎপন্ন করে।	(৫) চুল্লির অভ্যন্তরে ফুয়েল দ্রুত পতিত হয়ে দহন ঘটে বলে তা বাইরে থেকে দেখা কষ্টসাধ্য এবং পরিবেশ কলুষিত হয়।
(৬) তাৎক্ষণিকভাবে এই কয়লা চুল্লিতে প্রজ্জ্বলিত হয় বলে কয়লার আর্দ্রতা ও উদ্বায়ী বস্তু মুক্ত হয় এবং উদ্বায়ী গ্যাস (volatile gas) ও স্থায়ী কার্বন (fixed carbon) পুড়তে শুরু করে। এতে পরিবেশের দূষণ রোধ হয়।	(৬) পালভারাইজার দ্বারা সব কয়লাই গুঁড়া করা যায় না। তাই এ কাজে বিশেষ ধরনের কয়লা যোগান দিতে হয়। ফলে কাজের বিঘ্ন ঘটার সম্ভাবনা থাকে।
(৭) পালভারাইজারে শ্রেণীকারক (classifier) ব্যবহারের মাধ্যমে বড় কয়লাকে পুনরায় ভাঙা হয় এবং ছাঁকনি দ্বারা ছেঁকে সেই কয়লা বার্নারে প্রেরণ করা হয় বিধায় এই কয়লার তাপশক্তির কোনো অপচয় ঘটে না।	(৭) পালভারাইজার চালাতে সর্বদা বৈদ্যুতিক মোটর অথবা ইঞ্জিন চালিত শ্যাফট ব্যবহার করতে হয়। ফলে অতিরিক্ত খরচ হয়।

৩.৭ কয়লার সালফার ও ছাইয়ের ভূমিকা (The role of sulphur and ash in coal)

সাধারণত কয়লার প্রধান উপাদান কার্বন। এটি ছাড়া কয়লাতে হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার, নাইট্রোজেন ও কিছু ছাই থাকে। উল্লিখিত উপাদান কয়লাতে কম-বেশি পরিমাণে থাকার কারণেই বিভিন্ন শ্রেণীর কয়লার মান বিভিন্ন হয়। কয়লাতে সাধারণত ০.৫ থেকে ৭% সালফার এবং ২ থেকে ৩০% ছাই থাকে।

শিল্প কারখানায় কয়লা ব্যবহার, স্থানান্তর ও পালভারাইজড কয়লার ক্ষেত্রে সালফার সংশ্লিষ্ট লৌহ চুল্লি, বয়লার ইত্যাদি যন্ত্রকে ক্ষতি করতে পারে। এ কারণে কয়লাতে অধিক পরিমাণে সালফার থাকা বিপদজনক এবং ব্যবহৃত কয়লায় কি পরিমাণ সালফার আছে তা জানা প্রয়োজন।

আবার ১০৩৫° সেলসিয়াস থেকে ১৭২২° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ব্যবহৃত কয়লার ছাই দহনে চুল্লির পরিচালন দক্ষতার হারকে কমিয়ে দেয়। এজন্য যে কয়লায় ছাইয়ের পরিমাণ কম পাওয়া যায়, সে কয়লাই উন্নতমানের হয়।

ভারি কিন্তু উচ্চমানের মূল্যবান কয়লা স্থানান্তরের ক্ষেত্রে এটি নিজে নিজেই গুঁড়া হয়ে গেলে বা ভেঙে যাবার প্রবণতা থাকলে সেই কয়লায় সালফার ও ছাইয়ের পরিমাণ কম থাকে। ফলে সেই কয়লা উন্নতমান সম্পন্ন হয়। বাষ্প টারবাইন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের চুল্লির প্রজ্জ্বলনের সর্বোপরি দক্ষতা বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজন হলো প্রচুর পালভারাইজড কয়লা।

৩.৮ কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া (The storage procedure of coal)

কয়লাকে প্রথমে খনি হতে বড় বড় খণ্ডে উত্তোলন করা হয় এবং প্রাথমিক অবস্থায় এটির আর্দ্রতা কিছুটা কমানোর জন্য কিছুকাল স্তূপাকারে নির্দিষ্ট স্থানে জমা করা হয়। পরে এটিকে সরবরাহ ও সংরক্ষণ করা হয়। জমা করে রাখার এই প্রক্রিয়াকে কয়লা সংরক্ষণ বলে। কয়লা নিম্নবর্ণিত দুটি প্রক্রিয়ায় সংরক্ষণ করা হয়, যেমন—

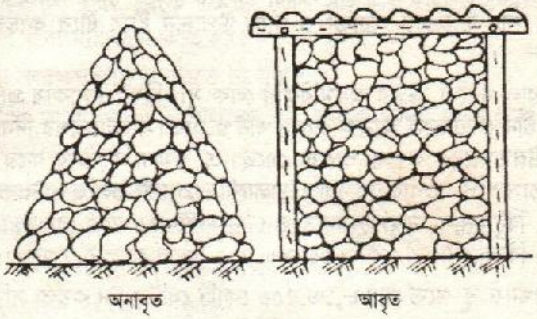
(১) অনাবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া এবং

(২) আবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া।

এই দুটি সংরক্ষণ প্রক্রিয়ার বর্ণনা নিম্নরূপ :

(১) অনাবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া : কঠিন ফুয়েলকে উত্তোলন করার পর দেখা যায় যে, এতে প্রচুর আর্দ্রতা রয়েছে। তখন এগুলোকে ৩.৬(ক) চিত্রানুযায়ী ত্রিকোণাকার অথবা চৌকোস আকারে উপর নিচ রেখে এক জায়গায় জমা করা হয়। খোলা আকাশের নিচে এই রূপ জমাকরণ পদ্ধতিকে 'অনাবৃত সংরক্ষণ' বলে। এই পদ্ধতিতে কয়লা সংরক্ষণ করলে শুষ্ক মৌসুমে এটি থেকে আর্দ্রতা দূর হতে সময় কম লাগে। কিন্তু গ্রীষ্ম ও বর্ষা মৌসুমে প্রচুর বৃষ্টিপাত হলে রোদ ও বৃষ্টিতে একবার আর্দ্রতা কমে এবং পরক্ষণেই পানি জমে পূর্বের অবস্থায় ফিরে যায়। তাই অনাবৃত সংরক্ষণ ক্ষণস্থায়ী হওয়া বাঞ্চনীয়, অন্যথায় আবহাওয়ার প্রতিক্রিয়ায় কয়লার কিছু ধর্ম ও তাপীয় মানের বিপর্যয় ঘটে।

(২) আবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া : এই প্রক্রিয়ায় কোনো ছাউনি বিশিষ্ট বিশেষ ব্যবস্থাধীনে কয়লা সংরক্ষণ করা হয়। ৩.৬(খ) চিত্রে এই ধরনের কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া



চিত্র ৩.৬ : কয়লার অনাবৃত ও আবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া।

দেখানো হয়েছে। আবৃত সংরক্ষণের জন্য উক্ত কয়লার উপর সূর্যের তাপ, বায়ুপ্রবাহ, বৃষ্টিপাত ইত্যাদি সরাসরি প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। ফলে কয়লার ধর্ম ও তাপীয়মান অক্ষুণ্ণ থাকে। মূলত যে কয়লায় আর্দ্রতা বেশি এবং সহজে স্থানান্তরযোগ্য নয়, সে কয়লাকে খনি থেকে উত্তোলনের পরে কোনো উন্মুক্ত স্থানে সংরক্ষণ করে আর্দ্রতা দূর করা হয়। এর কিছুদিন পরেই কয়লাকে একটি আবৃত স্থানে বা ঘরের মধ্যে সংরক্ষণ করা হয়।

৩.৯ বাংলাদেশে পিট ও কয়লার উৎস

(১) পিট এর উৎস : ক্ষয়প্রাপ্ত উদ্ভিদজাত পদার্থ জমাট বেঁধে কয়লার যে প্রাথমিক স্তরটির সৃষ্টি হয়, তাকে পিট বলে। একে অন্যকথায় নিকৃষ্ট শ্রেণীর কয়লাও বলে। এটি পাথুরে কয়লা সৃষ্টির প্রাথমিক সূচনা স্তর। এটি পানি ও ক্ষয়প্রাপ্ত উদ্ভিদজাত বস্তুর মিশ্রণ বিশেষ। ভালোভাবে শুকানোর পর পিট ফুয়েলরূপে ব্যবহৃত হয়। প্রজ্জ্বলনের সময় পিট হতে কোনো ধোঁয়ার সৃষ্টি হয় না। শুষ্ক অবস্থায় পিট বা পিট কয়লার তাপীয়মান ৩,৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি (৯,৬০০ বি.টি.ইউ/পাউন্ড)। পিট কয়লা সাধারণত অধিক আর্দ্র হয়। ফলে ব্যবহারের পূর্বে এটিকে শুকিয়ে নিতে হয়।

বাংলাদেশের বগুড়া ও জয়পুরহাটে পিট জাতীয় কয়লা পাওয়া গেছে। এটির তাপীয়মান কম ও আর্দ্রতা বেশি বিধায় এটিকে সাধারণত তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বয়লারে ব্যবহার করা হয় না। পিট কয়লার ব্যবহারিক প্রচলন মূলত গার্হস্থ্য কাজেই সীমাবদ্ধ এবং এটি রান্নার কাজেই ব্যবহৃত হয়।

(২) কয়লার উৎস : বহু গবেষণা করে ভূতাত্ত্বিকগণ প্রমাণ করেছেন যে, উদ্ভিদজাত পদার্থ হতে পাথুরে কয়লার উৎপত্তি হয়। উদ্ভিদজাত পদার্থের কেলাসিত রূপান্তরই পাথুরে কয়লা।

পাথুরে কয়লা সৃষ্টির পূর্বে গাছ এবং আংশিক পচা উদ্ভিদের অবশিষ্ট অংশ দ্বারা পুরু স্তরের সৃষ্টি হয়। উক্ত অবশিষ্ট অংশ ভূমিকম্প, বন্যা ইত্যাদির ফলে মাটির নিচে চাপা পড়ে। এভাবে শত হাজার বছর মাটির নিচে চাপা পড়ে থেকে উক্ত স্তরিত পচা উদ্ভিদ ভূ-গর্ভের

প্রচণ্ড তাপমাত্রা ও চাপের সম্মুখীন হয়। এভাবে হাজার বছর অতিবাহিত হওয়ার পর পচা উদ্ভিদ দানাদার পাথুরে কয়লায় রূপান্তরিত হয়। পাথুরে কয়লা সৃষ্টির সময় মাটির চাপ এবং তাপমাত্রার ফলে পচা উদ্ভিদের আর্দ্রতা ও গ্যাস উপাদান ধীরে ধীরে কয়লার স্তর থেকে দূরীভূত হয়।

রাশিয়ার উরাল পর্বতে, উত্তর আমেরিকার লেক সুপিরিয়র এলাকায় প্রচুর কয়লা খনি রয়েছে। তাছাড়া চীন ও ভারতে অনেক কয়লা খনি রয়েছে। বাংলাদেশের দিনাজপুর জেলার বড় পুকুরিয়ায় উন্নতমানের কয়লা পাওয়া গেছে। এ কয়লা ব্যবহার করে সেখানে ৪০০ মেগাওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র চালানোর প্রচেষ্টা চলছে। উন্নতমানের কয়লা বলতে লিগনাইট, বিটুমিনাস, সাববিটুমিনাস ও এনথ্রাসাইট কয়লাকে বোঝায়। এসব কয়লার তাপীয়মান ৫০০০ কিলোক্যালরি/কেজি থেকে ৮,৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

পৃথিবীতে এখনও ভূ-গর্ভে প্রায় ৮,১৬,৫০০ কোটি মেট্রিক টন কয়লা সঞ্চিত আছে, যা আরও ২০০০ বছর চলবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কয়লার প্রাথমিক অবস্থার নাম কি?

উত্তর : কয়লার প্রাথমিক অবস্থার নাম পিট।

২। উজ্জ্বল ও স্তরীভূত কয়লাকে কি নামে আখ্যায়িত করা হয়?

উত্তর : উজ্জ্বল ও স্তরীভূত কয়লাকে বিটুমিনাস কয়লা নামে আখ্যায়িত করা হয়।

৩। শিলার কাঠামোর পার্থক্য অনুযায়ী কয়লা কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : শিলার কাঠামোর পার্থক্য অনুযায়ী কয়লা দুই প্রকার, যথা—

(ক) ব্যান্ডেড কয়লা এবং

(খ) নন-ব্যান্ডেড কয়লা।

৪। পাথুরে কয়লার মধ্যে কোনটি উত্তম?

উত্তর : পাথুরে কয়লার মধ্যে উত্তম কয়লা হলো বিটুমিনাস কয়লা। এটি যে কোনো চুল্লিতে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৫। কুকিং কয়লা বলতে কি বুঝ?

উত্তর : যে কয়লা রান্না-বান্নার কাজে চুল্লিতে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়, তাকে কুকিং কয়লা বলে। পিট, কুকিং কয়লার উদাহরণ।

৬। পালভারাইজড কয়লা কি?

উত্তর : নির্দিষ্ট আকারের গুঁড়া কয়লাকে পালভারাইজড কয়লা বলে। ১০০ থেকে ৫০০ নম্বরের সরুজালের ছাঁকনিতে ছেঁকে এই কয়লার গুঁড়া সংগ্রহ করা হয়। এটি চুল্লিতে বার্নার দ্বারা প্রয়োগ করা হয় এবং এটি অত্যধিক দহন ক্ষমতা ধারণ করে।

৭। পালভারাইজড কয়লার অসুবিধা কি?

উত্তর : পালভারাইজড কয়লা প্রস্তুতে অধিক খরচ হয় এবং এই কয়লা নির্দিষ্ট চুল্লিতে ব্যবহার না করলে ফুয়েলের তাপশক্তির অপচয় ঘটে। এটিই এই কয়লার অসুবিধা।

৮। কয়লায় সালফার বেশি থাকলে কি হয়?

উত্তর : কয়লায় ০.৫% থেকে ৭% এর বেশি সালফার থাকলে সেটি চুল্লি ও বয়লারে ব্যবহৃত লৌহের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর।

৯। কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ?

উত্তর : খনি থেকে কয়লা উত্তোলনের পর এটিকে নির্দিষ্ট স্থানে জমা করার পদ্ধতিকে কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া বলে।

১০। কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়াকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) অনাবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া এবং

(২) আবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া।

১১। বাংলাদেশে পিট কয়লার উৎস কোথায়?

উত্তর : বাংলাদেশের পিট কয়লার উৎস হলো বগুড়া ও জয়পুরহাট।

১২। বাংলাদেশে কয়লার উৎস কোথায়?

উত্তর : বাংলাদেশের দিনাজপুর জেলার বড় পুকুরিয়ায় উন্নতমানের কয়লা খনি পাওয়া গেছে এবং সেখান থেকে বর্তমানে কয়লা উত্তোলন করা হচ্ছে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কয়লার গঠন বলতে কি বুঝ? কয়লার গঠনের স্তরগুলোর নাম লিখ।

উত্তর : প্রাথমিকভাবে কয়লা গঠনের সময় অসংখ্য উদ্ভিদবিশিষ্ট জলাভূমি শত শত বছর অবস্থানের পর ভূমিকম্প, বন্যা প্রভৃতির কারণে রূপান্তরিত অংশ কয়লার আকার ধারণ করে। পরবর্তীতে রূপান্তরের সময় উদ্ভিদ ভূ-গর্ভস্থ অধিক তাপমাত্রা ও চাপের ব্যবধানে হাজার হাজার বছর পর কঠিন জৈব পদার্থে রূপ নেয়, এটিই কয়লা নামে পরিচিত। কয়লা গঠনের স্তরগুলো নিম্নরূপ :

(১) লিগনাইট স্তর (২) সাববিটুমিনাস স্তর,

(৩) বিটুমিনাস স্তর, (৪) সেমি-এনথ্রাসাইট স্তর এবং

(৫) এনথ্রাসাইট স্তর।

২। কয়লার শ্রেণীবিভাগ দেখাও।

উত্তর : ৩.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ব্যান্ডেড ও নন-ব্যান্ডেড কয়লার ধর্ম লিখ।

উত্তর : ৩.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। নিম্নবর্ণিত কয়লার ধর্ম লিখ।

(ক) লিগনাইট কয়লা, (খ) বিটুমিনাস কয়লা,

(গ) সেমি-এনথ্রাসাইট কয়লা।

উত্তর : ৩.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কুকিং ও নন-কুকিং কয়লার অর্থ কি?

উত্তর : ৩.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। পালভারাইজড কয়লা কি? এটি কিভাবে প্রস্তুত করা হয়?

উত্তর : ৩.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। পালভারাইজড কয়লার সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

উত্তর : ৩.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। কয়লার সালফার ও ছাইয়ের ভূমিকা লিখ।

উত্তর : ৩.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ? এই সংরক্ষণ প্রক্রিয়া কত প্রকার ও কি কি সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ৩.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০। বাংলাদেশে পিট ও কয়লার উৎস কি?

উত্তর : ৩.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। চিত্রসহ কয়লার গঠন ও স্তর বর্ণনা কর।

২। কয়লার শ্রেণীবিভাগ দেখাও এবং বিভিন্ন ধরনের কয়লার ধর্ম লিখ।

৩। পালভারাইজড কয়লা কি? এটির সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

৪। কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৫। সংক্ষেপে বর্ণনা কর :

(ক) ব্যান্ডেড কয়লা,

(খ) কুকিং ও নন-কুকিং কয়লা,

(গ) পালভারাইজড কয়লা,

(ঘ) বলমিল পালভারাইজার।

৬। টীকা লিখ :

(ক) কয়লায় সালফার ও ছাইয়ের ভূমিকা,

(খ) কয়লার আবৃত সংরক্ষণ প্রক্রিয়া,

(গ) বাংলাদেশে পিট ও কয়লার উৎস,

(ঘ) বিটুমিনাস কয়লার ধর্ম।

চতুর্থ অধ্যায়

কয়লা বিশ্লেষণ

৪.১ ভূমিকা

কয়লার প্রধান উপাদান হলো কার্বন ও হাইড্রোজেন। তদুপরি এটির সাথে বিভিন্ন পরিমাণে নাইট্রোজেন, সালফার, অক্সিজেন ও ছাই উপস্থিত থাকে। যে প্রক্রিয়ায় কয়লাকে একটি নির্দিষ্ট প্রকোষ্ঠে তাপ প্রয়োগে এর উপাদান আলাদা ও ধর্ম বিচার করা হয়, তাকে কয়লা বিশ্লেষণ বলে।

উল্লিখিত উপাদান কয়লাতে কম-বেশি পরিমাণে থাকার কারণেই বিভিন্ন শ্রেণীর কয়লার মান বিভিন্ন হয়। সাধারণত নিম্নবর্ণিত শতকরা হারে কয়লার উপাদান উপস্থিত থাকে। যেমন—

নং	উপাদান	শতকরা হার (%)
(ক)	কার্বন (C)	৫০ থেকে ৯৫%
(খ)	হাইড্রোজেন (H)	২ থেকে ৫.৫%
(গ)	অক্সিজেন (O)	০.২ থেকে ৪%
(ঘ)	সালফার (S)	০.৫ থেকে ৭%
(ঙ)	নাইট্রোজেন (N)	০.৫ থেকে ৩%
(চ)	ছাই (ash)	২ থেকে ৩০%

৪.২ কয়লা বিশ্লেষণের প্রকারভেদ (The different methods of coal analysis)

কয়লার উপাদান কোনটি শতকরা কত হারে রয়েছে এবং কয়লার তাপীয়মান কত, এ তথ্য জানার জন্য কয়লার বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন হয়। কয়লা বিশ্লেষণকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) **নিকট বিশ্লেষণ** (Approximate analysis) : এ বিশ্লেষণের জন্য কোনো সঠিক রাসায়নিক বিশ্লেষণের উপর নির্ভর করতে হয় না। এই বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ওজনের ভিত্তিতে শতকরা হারে ফুয়েলের আর্দ্রতা, উদ্বায়ীবস্তু, ধার্যকৃত বা স্থায়ী কার্বন, ছাইয়ের পরিমাণ ইত্যাদি জানা যায়। ফুয়েলে আর্দ্রতা থাকলে এটির পরিবহন খরচ বেশি হয় এবং এর দহন ঘটতে সমস্যা হয়। ফুয়েলে উদ্বায়ী বস্তু ও ধার্যকৃত কার্বন বেশি থাকা ভাল, কিন্তু ছাই বেশি থাকা ভাল নয়। নিকট বিশ্লেষণের মাধ্যমে ফুয়েলের এই উপাদানের শতকরা হার জানলে বিভিন্ন কয়লার প্রকৃতি সম্পর্কে ধারণা করা যায়।

(২) **চরম বিশ্লেষণ** (Ultimate analysis) : জটিল রাসায়নিক পরীক্ষার সাহায্যে কয়লার চরম বিশ্লেষণ করা হয়। একটি নির্দিষ্ট ও আবদ্ধ প্রকোষ্ঠে নিয়ন্ত্রিত উপায়ে কয়লা

প্রজ্জ্বলন ও রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটালে এটি থেকে ক্রমাগত যে উপাদান বের হয়, তা হলো কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার ও ছাই। এই উপাদানের পরিমাণ জানতে হলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কয়লাকে তাপ প্রয়োগ করতে হয়। এটি নিকট বিশ্লেষণের তুলনায় একটি জটিল প্রক্রিয়া।

৪.৩ কয়লা বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া

কয়লা বিশ্লেষণের দুটি প্রক্রিয়ার ধারাবাহিক বর্ণনা নিচে দেয়া হয়েছে, যেমন—

(১) কয়লার নিকট বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া :

(ক) এই প্রক্রিয়ায় কয়লা বিশ্লেষণ করতে হলে ১ গ্রাম ফুয়েলকে ১০৭° সেলসিয়াস (২২৫° ফারেনহাইট) তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে এতে অবস্থিত পানিকে বাষ্পীভূত করতে হয়। এমতাবস্থায় ফুয়েলের নমুনাকে পরিমাপ করলে যে কম পরিমাপ পাওয়া যাবে, তাই হলো ফুয়েলের আর্দ্রতার পরিমাণ।

(খ) এরপর উক্ত ফুয়েলকে বায়ুশূন্য একটি ক্রুসিবলে ৯৫০ ± ২০° সেলসিয়াস (১৭৫০° ফারেনহাইট) তাপমাত্রায় ৭ মিনিট যাবৎ উত্তপ্ত করলে ফুয়েল থেকে উদ্বায়ী বস্তু দূর হয়। কিন্তু স্থায়ী কার্বন ও ছাই থেকে যায়। ১ গ্রাম ফুয়েলকে উপরে বর্ণিতভাবে উত্তপ্ত করার পর পুনরায় ওজন করলে যা কম হবে, তা থেকে আর্দ্রতা বাদ দিলে উদ্বায়ী বস্তুর পরিমাণ পাওয়া যাবে। এটিকে শতকরা হিসেবে পরিমাপ করা হয়।

(গ) আবার ১ গ্রাম ফুয়েলকে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ৭০০ থেকে ৭৫০° সেলসিয়াস (প্রায় ১৩৪০° ফারেনহাইট) তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উক্ত ফুয়েলের নমুনায় অবস্থিত সব দাহ্য বস্তু পুড়ে যাবে। এরপর যা অবশিষ্ট থাকবে, তা হলো ছাই। ছাইয়ের পরিমাণকেও শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

(ঘ) উপরে বর্ণিত পরীক্ষায় ফুয়েলের নমুনা থেকে প্রাপ্ত আর্দ্রতার পরিমাণ, উদ্বায়ী বস্তুর পরিমাণ ও ছাইয়ের পরিমাণ যোগ করে মূল ১ গ্রাম থেকে বাদ দিলে যা থাকে, তাই হলো স্থায়ী কার্বন এবং এটিকে শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

সুতরাং স্থায়ী কার্বন = ১ গ্রাম – (আর্দ্রতা + উদ্বায়ী বস্তু + ছাই এর পরিমাণ)

(২) কয়লার চরম বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া : রাসায়নিক পরীক্ষার সাহায্যে কয়লার চরম বিশ্লেষণ করা হয়। এই পরীক্ষার দ্বারা কয়লার ছয়টি উপাদান নির্ণয় করা হয়, যেমন—কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, সালফার ও ছাই।

(ক) ০.২ গ্রাম কয়লাকে পুড়িয়ে সৃষ্ট কার্বন ডাইঅক্সাইড (CO_2) ও জলীয় বাষ্পের ওজন থেকে হিসাব করে কার্বন ও হাইড্রোজেনের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। ওজন করার জন্য কার্বন ডাইঅক্সাইডকে একটি পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণে শোষণ করানো হয় এবং জলীয় বাষ্প একটি ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড টিউবে সংগৃহীত হয়।

(খ) ১ গ্রাম কয়লাকে পরবর্তী পর্যায়ে ৭২৬° সেলসিয়াস (১৩৪০° ফারেনহাইট) তাপমাত্রায় অক্সিজেনের উপস্থিতিতে প্রজ্জ্বলিত করে ছাইয়ের শতকরা হার নির্ণয় করা হয়। অক্সিজেনের উপস্থিতিতে উচ্চ তাপমাত্রায় কয়লা প্রজ্জ্বলনের ফলে ছাই উৎপন্ন হয়।

(গ) পরবর্তী পর্যায়ে কয়লার নমুনাকে ভিন্ন ভিন্ন জটিল রাসায়নিক প্রক্রিয়ায় নাইট্রোজেন ও সালফারের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

এভাবে প্রাপ্ত কার্বন, হাইড্রোজেন, সালফার ও নাইট্রোজেনের শতকরা হার যোগ করে এই যোগফলকে মোট ১০০ হতে বিয়োগ করলে কয়লায় উপস্থিত অক্সিজেনের শতকরা হার পাওয়া যাবে। অর্থাৎ অক্সিজেনের শতকরা হার = ১০০ – (কার্বন + হাইড্রোজেন + সালফার + নাইট্রোজেনের শতকরা হার)।

৪.৪ কয়লার তাপীয় মান (Heating value of coal)

ফুয়েলের একক ওজন অথবা আয়তনের উপর যত তাপশক্তি পাওয়া যায়, তাকে ফুয়েলের তাপীয় মান বলে। বায়ুশূন্য অবস্থায় একক ভরবিশিষ্ট কোনো ফুয়েলকে সম্পূর্ণরূপে জ্বালানোর পর যে তাপ শক্তি থাকে তাকে ফুয়েলের তাপীয় মান বলে।

উদাহরণস্বরূপ কয়লার তাপীয়মান ৫০০০ কিলোক্যালরি/কেজি বলতে বোঝায়, এক কেজি কয়লা সম্পূর্ণভাবে প্রজ্জ্বলিত হলে ৫০০০ কিলোক্যালরি তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। নিচে বিভিন্ন কয়লার তাপীয়মান উল্লেখ করা হলো :

ক্র:নং	কয়লার নাম	তাপীয়মান	কয়লার মান
(১)	পিট কয়লা	৩,৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি	নিকৃষ্ট মানের কয়লা
(২)	লিগনাইট কয়লা	৫,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি	উন্নত মানের কয়লা
(৩)	বিটুমিনাস কয়লা	৭,৮০০ কিলোক্যালরি/কেজি	অধিক উন্নত মানের কয়লা
(৪)	সাব-বিটুমিনাস কয়লা	৪,৬০০ কিলোক্যালরি/কেজি	মধ্যম মানের কয়লা
(৫)	এনথ্রাসাইট কয়লা	৮,৫০০ কিলোক্যালরি/কেজি	সর্বোত্তম মানের কয়লা

৪.৫ কয়লার উচ্চতর ও নিম্নতর তাপীয় মান (Higher calorific value and lower calorific value of coal)

ফুয়েলের তাপীয়মানকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) উচ্চতর তাপীয়মান (Higher calorific value, HCV) এবং

(খ) নিম্নতর তাপীয়মান (Lower calorific value, LCV)।

ফুয়েলের একটি উপাদান হলো হাইড্রোজেন। তাই ফুয়েল পোড়ালে পানি উৎপন্ন হয়। এই পানির অবস্থার উপর নির্ভর করেই ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করা হয়। ক্যালরিমিটারের সাহায্যে ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করার সময় যদি ঐ ফুয়েল প্রজ্জ্বলনে সৃষ্ট পানি তরল অবস্থায় থাকে, তবে তাকে ঐ ফুয়েলের উচ্চতর তাপীয়মান বলে।

অপরদিকে ফুয়েল প্রজ্জ্বলনের সময় সৃষ্ট পানি যদি বাষ্প অবস্থায় থাকে, তবে তাকে ফুয়েলের নিম্নতর তাপীয়মান বলে। ফুয়েলের এই উচ্চতর ও নিম্নতর তাপীয়মান নির্ণয় করার জন্য ক্যালরিমিটার ব্যবহার করা হয়। এই তাপীয়মান বিবেচনা করেই তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের

বয়লার চুল্লি, ইট ভাটার চুল্লি অথবা রান্না-বান্নার চুল্লি ইত্যাদির জন্য কয়লা নির্বাচন করা হয়।

৪.৬ কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ে ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র (The Dulong and Davies formula to determine calorific value of fuel)

ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে হলে একটি ক্যালরিমিটারের মধ্যে সর্বদা অল্প পরিমাণ ফুয়েলের দহন ঘটানো হয়। ফুয়েলের প্রকৃত তাপীয়মান হিসাব করার জন্য ব্যবহৃত পদ্ধতিও ততোধিক কার্যকর। এই হিসাবের পদ্ধতিগুলো নিম্নরূপ :

(ক) মৌলিক পদ্ধতি এবং

(খ) বাস্তব বা প্রায়োগিক পদ্ধতি।

কঠিন, তরল এবং বায়বীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয়ে যে কোনো একটি পদ্ধতি অনুসরণ করলেই চলে। এই তাপীয়মান নির্ণয়ের সূত্রটি ডুলং ও ডেভিস উদ্ভাবন করেছেন। তাই এই সূত্রটিকে ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র বলে।

কয়লার চরম বিশ্লেষণের তথ্য এবং ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র মোতাবেক কয়লার তাপীয়মান = [14540C + 60598 (H–O/8) + 4050S] বি.টি.ইউ/ পাউন্ড

যেখানে C = ফুয়েলে কার্বনের শতকরা মান, ওজনে

H = ফুয়েলে হাইড্রোজেনের শতকরা মান, ওজনে

S = ফুয়েলে সালফারের শতকরা মান, ওজনে

O = ফুয়েলে অক্সিজেনের শতকরা মান, ওজনে

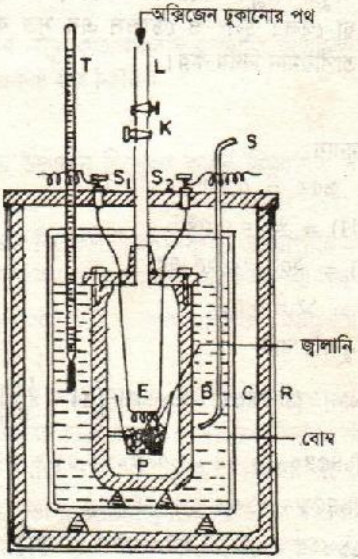
এই সূত্র ফুয়েলের কার্বন, হাইড্রোজেন ও সালফারের দহনের উপর নির্ভর করে। ধারণা করা হয় যে, ফুয়েলের সাথে যে অক্সিজেন থাকে তা দহনের সময় আর্দ্রতা আকারে হাইড্রোজেনের সাথে নিঃশেষিত হয়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে ফুয়েল দহনকালে অসম্পূর্ণ তাপ নির্গমনের ফলে ডুলংস এর সূত্রের কিছুটা ব্যতিক্রম ঘটে।

৪.৭ বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা কয়লার তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া

কঠিন ও তরল উভয় প্রকার ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে বোম্ ক্যালরিমিটার ব্যবহার করা হয়। ৪.১ চিত্রানুযায়ী এই ক্যালরিমিটারে B একটি ইস্পাতের পাত্র, যা বোম্ নামে পরিচিত। B পাত্রটির মুখ বন্ধ করা থাকে। এটির ভিতর P একটি প্লাটিনামের পাত্র। দুটি তার দ্বারা পাত্রটির মধ্যে একটি সরু তারের কুণ্ডলি E ঝুলিয়ে দেয়া হয়।

তার দুটির দুই প্রান্ত দুটি স্ক্রু S_1 ও S_2 এর সাথে যুক্ত থাকে। বোম্ ক্যালরিমিটারে পরীক্ষাধীন কয়লার গুঁড়া দিয়ে E তারটি ঢেকে দেয়া হয়। L নল দ্বারা বোম্ E তে বিশুদ্ধ অক্সিজেন প্রবাহিত করে ২০ থেকে ২৫ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান চাপে বোম্টিকে অক্সিজেনে ভর্তি করে নলের মুখ স্টপকক K দ্বারা বন্ধ করে দেয়া হয়। একটি সাধারণ ক্যালরিমিটার C তে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি নিয়ে ঐ পানিতে B পাত্রটি বসানো হয় এবং ক্যালরিমিটারে একটি থার্মোমিটার T ও একটি নাড়ানি কাঠি S রাখা হয়।

ক্যালরিমিটারটিকে আবার একটি দুই দেয়াল বিশিষ্ট প্রকোষ্ঠ R এর ভিতর রেখে প্রকোষ্ঠের দেয়ালদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থান তুলা, উল ইত্যাদি কু-পরিবাহী পদার্থ দ্বারা ভর্তি করা হয়। এতে তাপের অপচয় কম হয়।



চিত্র ৪.১ : বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়।

এমতাবস্থায় পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা দেখে নিয়ে S_1 ও S_2 স্ক্রুদ্বয়ের সাথে ব্যাটারি যুক্ত করে কয়েক সেকেন্ডের জন্য তারের কুণ্ডলি E-তে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয়। এজন্য কুণ্ডলি উজ্জীবিত হয়ে উঠে এবং উদ্ভূত তাপে অক্সিজেনের সমন্বয়ে কয়লা সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হয়ে যায়। এভাবে যে তাপ পাওয়া যায়, তাতে ক্যালরিমিটার ও পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এমতাবস্থায় পানিতে নাড়ানি কাঠি দ্বারা নাড়তে হয়। ফুয়েল পুড়ে নিঃশেষ হলে পানির চূড়ান্ত তাপমাত্রা থার্মোমিটার দ্বারা গ্রহণ করা হয়।

ধরি,

বোম্সহ সাধারণ ক্যালরিমিটারের ভর = W গ্রাম

পানির ভর = m গ্রাম

পানির প্রাথমিক ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা যথাক্রমে = t_1°C এবং t_2°C

ফুয়েলের পরিমাণ = M গ্রাম

এখন M গ্রাম ফুয়েলের দহনে উৎপন্ন তাপ = পানি ও ক্যালরিমিটার + বোম্ কর্তৃক গৃহীত তাপ = $m (t_2 - t_1) + W (t_2 - t_1)$ ক্যালরি

$= (m + W) (t_2 - t_1)$ ক্যালরি

সুতরাং ফুয়েলের তাপীয়মান $= \frac{(m + W)(t_2 - t_1)}{M}$ ক্যালরি/গ্রাম।

৪.৮ ডুলং ও ডেভিস-এর সূত্র ব্যবহারে সমস্যার সমাধান

সমস্যা : একটি কয়লার নমুনা বিশ্লেষণ করে ৬৫% কার্বন, ৬% হাইড্রোজেন, ২০% অক্সিজেন এবং ১% সালফার পাওয়া গেল। ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র ব্যবহার করে এর উচ্চতর তাপীয়মান এবং নিম্নতর তাপীয়মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে, কয়লার নমুনায়

কার্বন (C) = ৬৫% = ০.৬৫

হাইড্রোজেন (H) = ৬% = ০.০৬

অক্সিজেন (O) = ২০% = ০.২০ এবং

সালফার (S) = ১% = ০.০১

ডুলং ও ডেভিস এর সূত্রানুযায়ী পাই,

কয়লার নিম্নতর তাপীয়মান $= [১৪৫৪০\,C + ৬০৯৫৮\left(H - \frac{O}{৮}\right) + ৪০৫০S]$

$= [১৪৫৪০ \times ০.৬৫ + ৬০৯৫৮\,(০.০৬ - ০.২০/৮) + ৪০৫০ \times ০.০১]$

$= (৯৪৫১ + ২১৩৩.৫৩ + ৪০.৫)$

$= ১১৬২৫.০৩$ বি.টি.ইউ/পাউন্ড (উত্তর)

কয়লার উচ্চতর তাপীয়মান $= [১৪,৫৪০ \times ০.৬৫ + ৬০,৯৫৮\,(১.০০ - ২০/৮) + ৪,০৫০ \times ০.০১]$

$= (৯৪৫১ + ৫৯,৪৩৪.০৫ + ৪০.৫)$

$= ৬৮৯২৫.৫৫$ বি.টি.ইউ/পাউন্ড (উত্তর)

ব্যবহারিক কাজ

কয়লার উপাদান বিশ্লেষণ

উদ্দেশ্য

(১) নিকট বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার আর্দ্রতা, ছাই, উদ্বায়ী বস্তু এবং ধার্যকৃত কার্বনের শতকরা হার নির্ণয়।

(২) চরম বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার কার্বন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, অক্সিজেন এবং ছাইয়ের শতকরা হার নির্ণয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : কয়লার উপাদান বিশ্লেষণ কাজে নিম্নবর্ণিত যন্ত্র ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—(১) ক্রুসিবল, (২) ১ গ্রাম গুঁড়া কয়লা, (৩) নিক্তি, (৪) প্রজ্জ্বলক, (৫) নিরাপত্তা পোশাক ইত্যাদি।

কাজের ধারা : কয়লার উপাদান বিশ্লেষণ কাজে নিম্নবর্ণিত ধারাবাহিক প্রক্রিয়া ব্যবহার করা হয়, যেমন—

(ক) নিকট বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার আর্দ্রতা, ছাই, উদ্বায়ী বস্তু এবং ধার্যকৃত কার্বনের শতকরা হার নির্ণয়

৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

(খ) চরম বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার কার্বন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, অক্সিজেন এবং ছাইয়ের শতকরা হার নির্ণয়

৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

সাবধানতা : কয়লার উপাদান বিশ্লেষণ কাজে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) কয়লার নিকট ও চরম বিশ্লেষণ উভয়ই সূক্ষ্ম, এ ব্যাপারে প্রতিটি কাজের সঠিকতার মান বজায় রাখা আবশ্যক। অন্যথায় মান সঠিক পাওয়া সম্ভব নয়।

(২) প্রাপ্ত উপাদান লিপিবদ্ধ ও সংরক্ষণ করা আবশ্যক। অন্যথায় পরীক্ষার উদ্দেশ্য ব্যাহত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

(৩) বিশ্লেষণের সময় নির্দিষ্ট সময়, ওজন এবং তাপমাত্রা নির্ধারণ ও পরিমাপ যথাযথ নিয়ন্ত্রিত অবস্থায় থাকতে হয়। অন্যথায় ধার্যকৃত কার্বন, আর্দ্রতা, উদ্বায়ী বস্তু, ছাই, হাইড্রোজেন ইত্যাদির পরিমাণ সঠিক পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে না।

(৪) বিশ্লেষণকালে ১ গ্রাম গুঁড়া কয়লার নমুনা প্রজ্জ্বলন কার্য একটি গ্যাস ও বাতাস আবদ্ধ প্রকোষ্ঠে সম্পাদন করতে হয়। অন্যথায় তাপের অপচয় রোধ ও বিশ্লেষণের উদ্দেশ্য ব্যাহত হতে পারে।

মন্তব্য : কয়লার নিকট ও চরম বিশ্লেষণ উভয়ই জটিল ও ধারাবাহিক পদ্ধতিগত কার্যক্রম। তাই এই বিশ্লেষণ কাজ ধৈর্য সহকারে সম্পাদন করলে অভূতপূর্ব অভিজ্ঞতা অর্জিত হতে পারে। এই অভিজ্ঞতা পরবর্তীতে গবেষণা কাজে লাগিয়ে সফলতা পাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর :

১। কয়লায় কি কি উপাদান থাকে?

উত্তর : কয়লায় কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার, নাইট্রোজেন, ছাই ইত্যাদি উপাদান থাকে।

২। কয়লা বিশ্লেষণ কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : কয়লা বিশ্লেষণকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) নিকট বিশ্লেষণ এবং

(খ) চরম বিশ্লেষণ।

৩। নিকট বিশ্লেষণ কি?

উত্তর : কয়লার এটি সরল পরীক্ষা এবং এটি রাসায়নিকভাবে না করে ওজনের ভিত্তিতে ফুয়েলের উপাদান শতকরা হারে প্রকাশ করা হয়।

৪। চরম বিশ্লেষণ কি?

উত্তর : জটিল রাসায়নিক পরীক্ষার সাহায্যে কয়লার চরম বিশ্লেষণ করা হয়। কয়লার নমুনাকে একটি আবদ্ধ ও নিয়ন্ত্রিত পাত্রে উত্তপ্ত করে কয়লার উপাদানকে এই প্রক্রিয়ায় নির্ণয় করা হয়।

৫। কয়লার তাপীয়মান কি?

উত্তর : কয়লার একক ওজন অথবা আয়তনের উপর এটি থেকে যত তাপশক্তি পাওয়া যায়, তাকে ফুয়েলের তাপীয়মান বলে।

৬। কয়লার তাপীয়মান কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : কয়লার তাপীয়মান দুই প্রকার, যথা—

(ক) উচ্চতর তাপীয়মান এবং

(খ) নিম্নতর তাপীয়মান।

৭। কয়লার তাপীয়মান সাধারণত কোন সূত্র মোতাবেক নির্ণয় করা হয়?

উত্তর : কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ের জন্য ডুলংস ও ডেভিস এর সূত্র ব্যবহার করা হয়।

৮। কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ের জন্য কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয়?

উত্তর : কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ের জন্য বোম্ ক্যালরিমিটার যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কয়লা বিশ্লেষণ বলতে কি বুঝ? কয়লার উপাদান শতকরা হারে প্রকাশ কর।

উত্তর : ৪.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। কয়লা বিশ্লেষণ কত প্রকার ও কি কি? সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর : ৪.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। কয়লার নিকট বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

উত্তর : ৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কয়লার চরম বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

উত্তর : ৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কয়লার তাপীয়মান বলতে কি বুঝ? বিভিন্ন কয়লার তাপীয় ও গুণগতমান উল্লেখ কর।

উত্তর : ৪.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। কয়লার উচ্চতর ও নিম্নতর তাপীয়মান বলতে কি বুঝ? উদাহরণসহ লিখ।

উত্তর : ৪.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ে ডুলং ও ডেভিস এর সূত্রের বর্ণনা দাও।

উত্তর : ৪.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। বোম্ ক্যালরিমিটার কি কাজে ব্যবহার করা হয়? এটির চিত্র অংকন করে যন্ত্রাংশের নাম লিখ।

উত্তর : ৪.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা ফুয়েলের তাপীয়মান পরিমাপের সূত্র নির্ণয় কর।

উত্তর : বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা ফুয়েলের তাপীয়মানের সূত্র নির্ণয় :

ধরা যাক,

বোমসহ সাধারণ ক্যালরিমিটারের ভর = W গ্রাম

পানির ভর = m গ্রাম

পানির প্রাথমিক ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা যথাক্রমে = t_1^0 এবং t_2^0c

ফুয়েলের পরিমাণ = M গ্রাম

এখন, M গ্রাম ফুয়েলের দহনে উৎপন্ন তাপ = পানি ও ক্যালরিমিটার + বোম্ কর্তৃক গৃহীত তাপ।

$= m (t_2 - t_1) + W (t_2 - t_1)$ ক্যালরি

$= (m + W) (t_2 - t_1)$ ক্যালরি

সুতরাং ফুয়েলের তাপীয়মান = $\frac{m + W}{M} (t_2 - t_1)$ ক্যালরি/গ্রাম।

১০। নিকট বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার আর্দ্রতা, ছাই, উদ্বায়ী বস্তু এবং ধার্যকৃত কার্বনের শতকরা হার নির্ণয় কর।

উত্তর : ৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১১। চরম বিশ্লেষণ দ্বারা নমুনাকৃত কয়লার কার্বন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, সালফার, অক্সিজেন এবং ছাইয়ের শতকরা হার নির্ণয় করা।

উত্তর : ৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। কয়লার বিশ্লেষণ কি? এটি কত প্রকার ও কি কি? উভয় প্রকার কয়লার বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

২। কয়লার তাপীয়মান বলতে কি বুঝ? এটি কত প্রকার ও কি কি? কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ে ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র লিখ।

৩। বোম্ ক্যালরিমিটার দ্বারা কয়লার তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৪। একটি কয়লার নমুনা বিশ্লেষণ করে ৬৪% কার্বন, ৬% হাইড্রোজেন, ১৮% অক্সিজেন এবং ১% সালফার পাওয়া গেল। ডুলং ও ডেভিস এর সূত্র ব্যবহার করে এর উচ্চতর ও নিম্নতর তাপীয়মান নির্ণয় কর।

পঞ্চম অধ্যায়

গ্যাসীয় ফুয়েল

৫.১ ভূমিকা

মিথেন, ইথেন, প্রোপেন, এসিটিলিন প্রভৃতি গ্যাসীয় ফুয়েলের অন্তর্ভুক্ত। এতে হাইড্রোকার্বনের পরিমাণ কঠিন ও তরল ফুয়েলের তুলনায় কম থাকে। গ্যাসীয় ফুয়েল এমন সব পদার্থ দিয়ে গঠিত যা পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রায় এবং মিশ্রিত অবস্থায় আংশিক চাপে গ্যাসের আকারেই থাকে।

উৎপাদিত গ্যাসের গঠন, এটি যে প্রক্রিয়ায় উৎপাদিত হয়েছে তার উপর নির্ভর করে। যে উৎস থেকে গ্যাস পাওয়া যায় তার প্রকৃতির উপর প্রাকৃতিক গ্যাসের গঠন নির্ভরশীল। গ্যাসীয় ফুয়েল কঠিন ও তরল ফুয়েলের চেয়ে অধিক ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। এটিকে অতি সহজেই পাইপ লাইনের মাধ্যমে বিভিন্ন চুল্লিতে সরবরাহ করা হয়। এ ফুয়েল ছাই মুক্ত থাকে এবং পরিপূর্ণভাবে দগ্ধ হয়। তাই গ্যাসীয় ফুয়েলের শিখা নিয়ন্ত্রণও অপেক্ষাকৃত সহজ। এটি ধোঁয়াবিহীন অবস্থায় প্রজ্জলিত হয় এবং এই ফুয়েল দহনে স্বল্প পরিমাণ বাতাসের প্রয়োজন হয়। এছাড়াও সব ফুয়েলের তুলনায় গ্যাসীয় ফুয়েলের প্রতি বি.টি.ইউ তাপীয় মানের মূল্য কম।

এই ফুয়েলের বিশেষ অসুবিধা হলো কোনো উদ্দেশ্যমূলক সরবরাহের ক্ষেত্রে সংরক্ষণ করা বেশ কঠিন। এই ফুয়েলের লক্ষ লক্ষ গ্রাহক যাঁরা সংগ্রহ করে থাকেন। কিন্তু অন্যান্য ফুয়েলকে এভাবে সংরক্ষণ ও সরবরাহ করা হয় না। এই ফুয়েলের সরবরাহ খরচও একেবারে কম নয়। বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলের ১৭টি গ্যাস খনিতে প্রায় ৯.৯৬ ট্রিলিয়ন ঘনফুট উন্নতমানের গ্যাসীয় ফুয়েল বা প্রাকৃতিক গ্যাস মজুদ রয়েছে। এ ধরনের গ্যাসীয় ফুয়েল রান্নার চুল্লি, শিল্প কারখানার চুল্লি, সারকারখানা, সিমেন্ট কারখানা, তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র, আবাসিক ও বাণিজ্যিক এলাকা প্রভৃতি ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হচ্ছে।

গ্যাসীয় ফুয়েল তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস এবং রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস হিসেবে ছোট-বড় পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হচ্ছে। এই ফুয়েল দহনে বায়ু দূষণের পরিমাণও অন্যান্য ফুয়েল অপেক্ষা কম হয়।

৫.২ গ্যাসীয় ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ (Classification of gaseous fuels)

গ্যাসীয় ফুয়েলকে মূলত চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস,

(২) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস,

(৩) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস এবং

(৪) বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল।

নিচে এদের সংক্ষিপ্ত বিবরণ দেয়া হলো :

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস : প্রকৃতিতে সৃষ্টি হওয়ার কারণে এই গ্যাসকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। এই ফুয়েল সাধারণত পেট্রোলিফেরাস জিওলজিক্যাল ফর্মেশনে সৃষ্টি হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসের দহনযোগ্য উপাদান মিথেন। সাধারণত পেট্রোলিয়াম খনির উপরের দিকে এবং প্রাকৃতিক গ্যাসের খনিতে ভূগর্ভে এই গ্যাস উৎপন্ন হয়। গ্যাসখনি অনুসন্ধানের সময় কূপ খননের মাধ্যমে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া যায়। আবাসিক, বাণিজ্যিক, শিল্প কারখানা, সিমেন্ট কারখানা, সারকারখানা প্রভৃতিতে প্রাকৃতিক গ্যাস উন্নতমানের ফুয়েল ও কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এই গ্যাসের তাপীয়মান ৬,০০০–১২,৫০০ কিলোক্যালরি/ঘনমিটার।

(২) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস : এটি এক ধরনের প্রাকৃতিক গ্যাস। প্রাকৃতিক গ্যাসের চাপ ও তাপ বাড়ালে এটি তরল আকার ধারণ করে। একে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস বলে। এই ধরনের ফুয়েল পরিবহনে সুবিধা হয়। একে সহজে ট্যাঙ্কারে করে স্থানান্তর করা যায়। গন্তব্য স্থানে পৌঁছানোর পর তাপ ও চাপ কমানো হলে এটি আবার গ্যাসে পরিণত হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসকে শুষ্ক করলে এই গ্যাস উৎপন্ন হয় এবং এটি নির্দিষ্ট হাইড্রোজেন ও কার্বনের অনু দিয়ে গঠিত।

আদর্শ প্রকৃতির পেট্রোল বা গ্যাসোলিন ইঞ্জিনে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এসব ইঞ্জিনে বিশেষ ধরনের ফুয়েল পদ্ধতি দ্বারা এই গ্যাস প্রজ্জ্বলিত করা হয়। গৃহস্থালি ফুয়েল হিসেবেও এটির ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে।

(৩) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস : এটিও এক ধরনের প্রাকৃতিক গ্যাস। প্রাকৃতিক গ্যাসকে একটি নির্দিষ্ট চাপে আনলে এই ফুয়েলকে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস বলে এবং এটিও নির্দিষ্ট হাইড্রোজেন ও কার্বনের অণুর সমন্বয়ে গঠিত। এই ফুয়েল দহনকালে বায়ু দূষণ খুব কম হয় বলে এটি ছোট ছোট তিনচক্রযান এবং মোটরযানে ব্যবহৃত হয়। এ ফুয়েল ব্যবহারে ইঞ্জিনে তেমন দহনজনিত আওয়াজও ঘটে না।

(৪) বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল : শোধনাগারে অথবা চুল্লিতে বিভিন্ন ফুয়েল যথাক্রমে শোধন অথবা দহনের সময় অপোড়া অবস্থায় যে গ্যাসীয় ফুয়েল সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করা হয়, তাকে বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল বলে। শোধনাগারের তেল গ্যাস, কয়লা গ্যাস, কোক ওভেন গ্যাস, প্রোডিউসার গ্যাস, পানি গ্যাস ইত্যাদি বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েলের উদাহরণ। এসব বিকল্প ফুয়েল কঠিন ও তরল ফুয়েলের মতো ফুয়েলের চাহিদা পূরণ করে। কোল গ্যাসের তাপীয়মান ৭,৬০০ এবং প্রোডিউসার গ্যাসের তাপীয়মান ১,২০০।

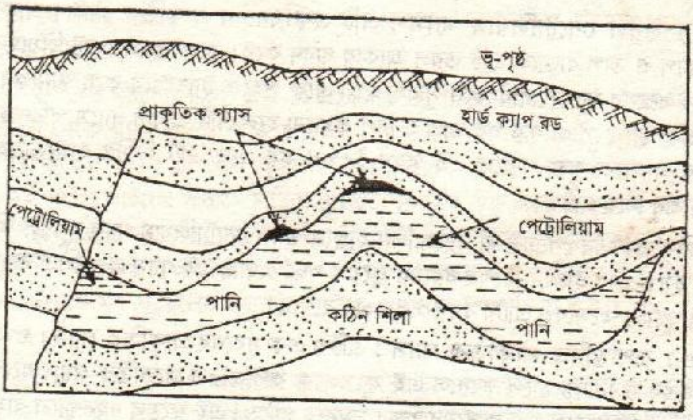
৫.৩ বিভিন্ন গ্যাসীয় ফুয়েলের উপাদান (The composition of different gaseous fuels)

বিভিন্ন গ্যাসীয় ফুয়েলের উপাদান নিম্নরূপ, যেমন—

(১) প্রাকৃতিক গ্যাসের উপাদান : ভূ-গর্ভের নিচে পেট্রোলিফেরাস ভূ-তাত্ত্বিক শিলাস্তরে প্রাকৃতিক গ্যাসের মজুদ লক্ষ্য করা যায়। প্রকৃতিতে সঞ্চিত অবস্থায় থাকে বলে

একে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। তেল বা গ্যাস কূপের উর্ধ্বস্তরে প্রাকৃতিক গ্যাস সঞ্চিত থাকে। এটি প্রায়শই বর্ণ ও গন্ধহীন হয়। ৫.১ চিত্রে ভূ-গর্ভে প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়ামের অবস্থান দেখানো হয়েছে।

মিথেন প্রাকৃতিক গ্যাসের মূল উপাদান। এছাড়াও এতে ইথেন, প্রোপেন এবং উচ্চ আণবিক ওজনের অন্যান্য প্যারাফিনজাত যৌগিক পদার্থ বিভিন্ন পরিমাণে মিশ্রিত থাকে। এতে কার্বন ডাইঅক্সাইড, নাইট্রোজেন, হিলিয়াম এবং জলীয় বাষ্পের ন্যায় অদাহ্য পদার্থ সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত থাকে। গ্যাস বা তেলকূপ থেকে নির্গত হওয়ার সময় অধিকাংশ প্রাকৃতিক গ্যাসেই তরল হাইড্রোকার্বন বাষ্পাকারে মিশ্রিত থাকে। তেলের মাধ্যমে পরিশোষিত করে অথবা সংকোচন ও পরে ঠাণ্ডা করে ঐ ধরনের প্রাকৃতিক গ্যাসকে শুষ্ক করা যায়।



চিত্র ৫.১ : ভূ-গর্ভে প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়ামের অবস্থান।

শুষ্ক প্রকৃতির প্রাকৃতিক গ্যাসে ইথেন অপেক্ষা ভারি হাইড্রোকার্বন অত্যন্ত নগণ্য পরিমাণে থাকে। ভেজা প্রাকৃতিক গ্যাসে প্রধানত প্রোপেন, বিউটেন ও পেনটেন জাতীয় ভারি হাইড্রোকার্বন থাকে। কোনো কোনো গ্যাসকূপ হতে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক গ্যাসের সাথে হাইড্রোজেন সালফাইড মিশ্রিত থাকে। হাইড্রোজেন সালফাইড মিশ্রিত এরূপ প্রাকৃতিক গ্যাস কটুস্বাদযুক্ত। হাইড্রোজেন সালফাইড দূরীকরণের মাধ্যমে এরূপ গ্যাসকে সুমিষ্ট করা যায়।

(২) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের উপাদান : এ ধরনের গ্যাসীয় ফুয়েল হালকা হাইড্রোকার্বন পরমাণু নিয়ে গঠিত। তরল পেট্রোলিয়াম গাসের পরমাণু পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের পরমাণুর সাথে সম্পর্কযুক্ত। এগুলোর প্রতিটি হাইড্রোজেন ও কার্বনের অণু নিয়ে গঠিত। কিন্তু পেট্রোল পরমাণুর তুলনায় তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের পরমাণু বেশ ক্ষুদ্র। সেজন্য তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস স্বাভাবিক উষ্ণতায় বাষ্পাকারে অবস্থান করে। এটি ভূগর্ভে প্রাকৃতিক গ্যাস এবং পেট্রোলের সাথে পাওয়া যায় এবং পেট্রোলিয়াম অথবা গ্যাস খনিতে উচ্চচাপে অবস্থান করে। ফলে এটিকে তরলাকারে পাওয়া যায় এবং চাপ কমালে এটি গ্যাসে পরিণত হয়।

পাতন ও চাপের মাধ্যমে পেট্রোলিয়াম জাতীয় পদার্থকে শোধন অথবা পুনরুদ্ধার প্রক্রিয়ার সময় গ্যাস অথবা পেট্রোলিয়ামজাত পদার্থ হতে আলাদা করে তরলাকারে মজুদ করা হয়। পরিবহনের সুবিধার জন্য এটি চাপযুক্ত ট্যাঙ্কারে তরলাকারে সরবরাহ করা হয়।

মোটরযান ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে বাস্তবিকপক্ষে দুই প্রকার তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(ক) প্রোপেন ও (খ) বিউটেন। তাছাড়া (অ) আইসোবিউটেন, (আ) প্রোপাইলিন, (ই) ইথাইলিন, (ঈ) ইথেন প্রভৃতি তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস রয়েছে। ক্ষেত্রবিশেষে, মোটরযান ইঞ্জিনে প্রোপেন ও বিউটেন একত্রে মিশ্রিত করেও ব্যবহৃত হয়।

৫.৪ প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তি (The origin of natural gas)

অনেক আগে থেকেই ভূ-গর্ভ হতে নির্গত বস্তু হিসেবে দাহ্য গ্যাস মানব জাতির কাছে পরিচিত। সম্প্রতি পেট্রোলিয়াম সমৃদ্ধ বহু দেশেই গ্যাসীয় ফুয়েল গৃহ ও শিল্পে নানা কাজেই ব্যবহৃত হচ্ছে। প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহারকারী দেশ হিসেবে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রই প্রথম সারিতে। সোভিয়েত ইউনিয়ন রয়েছে দ্বিতীয় স্থানে। তাছাড়া এই গ্যাসীয় ফুয়েল উৎপাদনের ক্ষেত্রে রুমানিয়া, ইতালি, নেদারল্যান্ড, গ্রেটবৃটেন, ফ্রান্স, জার্মানি, মধ্যপ্রাচ্যের দেশ, ইন্দোনেশিয়া, ভারত, বাংলাদেশ ও পাকিস্তানের নাম উল্লেখযোগ্য।

বাংলাদেশে এ পর্যন্ত ১৭টি গ্যাসক্ষেত্র আবিষ্কৃত হয়েছে। কুমিল্লা এবং সিলেট জেলার বিভিন্ন এলাকা যেমন—সিলেট, ছাতক, রশিদপুর, কৈলাসটিলা, তিতাস, হবিগঞ্জ, বাখরাবাদ স্থানে প্রচুর পরিমাণে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া গেছে। কুমিল্লা জেলার তিতাস নামক স্থানের গ্যাস সবচেয়ে উৎকৃষ্ট এবং পরিমাণেও অধিক। এসব এলাকার ভূগর্ভের নিচে পেট্রোফেরাস ভূ-তাত্ত্বিক শিলাস্তরে প্রাকৃতিক গ্যাসের সঞ্চয় লক্ষ্য করা যায়। প্রকৃতিতে সঞ্চিত থাকে বলে এটিকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে। তেল বা গ্যাস কূপের উর্ধ্বস্তরে প্রাকৃতিক গ্যাস সঞ্চিত থাকে। এটি বর্ণহীন ও গন্ধহীন হয়।

৫.৫ গ্যাসীয় ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of gaseous fuels)

গ্যাসীয় ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নরূপ :

গ্যাসীয় ফুয়েলের সুবিধা	গ্যাসীয় ফুয়েলের অসুবিধা
(১) পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাস খনির উপরের অংশ থেকে সহজে এই ফুয়েল পাওয়া যায়।	(১) ভূগর্ভে এবং গ্যাস লাইনে সামান্য লিকেজ থাকলেও এই ফুয়েল বায়ুমণ্ডলে মিশে যায়।
(২) পরিশোধন ছাড়াও এই গ্যাস ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।	(২) এই ফুয়েলের মধ্যে হাইড্রোজেন সালফাইড থাকে, সালফারের জন্য উৎপাদন প্রক্রিয়ার গ্লাস বা ধাতু নির্মিত যন্ত্রপাতি কলুষিত হয়।

(৩) গ্যাসীয় ফুয়েল শুষ্ক এবং এতে অধিক পরিমাণ মিথেন উপস্থিত থাকে বিধায় এ ফুয়েল দহনে পরিবেশের তেমন বিপর্যয় ঘটে না।	(৩) আবদ্ধ ঘরে এ ফুয়েল বার্নারে অনিয়ন্ত্রিতভাবে ছাড়লে অগ্নিকাণ্ড ঘটার সম্ভাবনা থাকে।
(৪) গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপ ও চাপ বৃদ্ধি করলে তরল অবস্থা প্রাপ্ত হয়। এ ফুয়েলকে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস বলে, যা সহজে বহন ও সংরক্ষণ করা যায়।	(৪) বায়বীয় ফুয়েলের পরিবহন ব্যয় অত্যধিক। মাটি খনন করে গ্যাস লাইন স্থাপন ও প্লাস্টিক দিয়ে পাইপ মোড়ানোর খরচ অধিক।
(৫) যেসব এলাকায় গ্যাস লাইন নেই, সেসব স্থানে গৃহস্থালি ফুয়েল হিসেবে এ ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।	(৫) গ্যাস প্রবাহ লাইনে গ্যাসকে নির্দিষ্ট চাপে রাখতে হয়। তাই সঞ্চালন লাইনে নির্দিষ্ট দূরত্বে সি.জি.এস, টি.বি.এস., ডি.আর.-এস প্রভৃতি রাখতে হয়, যা ব্যয়বহুল।
(৬) বায়বীয় ফুয়েল ব্যবহারে পাতিল, কড়াই ও অন্যান্য পাত্রের গায়ে কালির আবরণ পড়ে না।	(৬) গ্যাসীয় ফুয়েল লাইনে গ্যাসের পরিমাপ করা দুষ্কর। এতে বার্নার প্রতি মূল্য ধার্য করা হয় এবং কেউ সর্বক্ষণ ব্যবহার করলে একই অর্থ ব্যয়ে অধিক পরিমাণে গ্যাস ব্যবহারের সুযোগ থাকে যা অর্থনৈতিকভাবে দেশের জন্য ক্ষতিকর।

৫.৬ গ্যাসীয় ফুয়েল সংরক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া

গ্যাসীয় ফুয়েল বলতে প্রধানত প্রাকৃতিক গ্যাসকেই বোঝায়। বর্তমান বিশ্বে এ ধরনের গ্যাসীয় ফুয়েলকে তেমন সংরক্ষণ করার প্রয়োজন হয় না। গ্যাসখনিতে প্রাকৃতিক গ্যাস চিহ্নিত করার পর সেটি উত্তোলন না করে খনিতে রেখে দিলে সেখানেই গ্যাস সংরক্ষিত থাকে। ক্ষেত্র নির্ণয়ের পরে পাইপ লাইন স্থাপন করে নির্দিষ্ট দূরত্বে সংকোচন যন্ত্র, পাম্প ব্যবহার করে গ্যাসীয় ফুয়েল সরবরাহ করা হয়। ফলে এ ফুয়েলকে ব্যবহারের জন্য আলাদাভাবে কোনো ব্যবস্থার প্রয়োজন হয় না।

যেসব স্থানে ব্যবহারিক ক্ষেত্র থেকে গ্যাসখনির দূরত্ব বেশি থাকে সেসব স্থানে পাইপ লাইন স্থাপন ও বিতরণ ব্যবস্থা নির্মাণ করে গ্যাস সরবরাহ তেমন লাভজনক হয় না। কিন্তু ফুয়েলের চাহিদা মিটানোর জন্য বিকল্প ব্যবস্থা না থাকার কারণে এটিকে সংরক্ষণ করে বিতরণ করা হয়।

প্রাকৃতিক গ্যাস মাটির নিচে যেখানে প্রস্তুত হয়, সেখানেই সংরক্ষণ করা যায়। এই সংরক্ষণ প্রক্রিয়ার গ্রহণযোগ্যতা ও নিরাপত্তা সর্বাধিক। এভাবে বছরের পর বছর ব্যবহার না করে গ্যাসীয় ফুয়েলকে নির্বিঘ্নে সংরক্ষণ করা যায়। প্ল্যান্টে এ চাপের মাত্রা ১০০০ পি.এস.আই.জি। সেখান থেকে বিভিন্ন নিয়ন্ত্রণ লাইনে গ্যাস প্রবাহিত হলে এই চাপের মাত্রা আরও কমে। এ চাপের মাত্রা থাকে ৩৫০ পি.এস.আই.জি. (২৪ কেজি.এস.সি.জি)। যে

পয়েন্ট থেকে গ্রাহকের সংযোগ দেয়া হয়, সেখানে গ্যাসের চাপ ১৫ পি.এস.আই.জি (১ কেজি এস.সি.জি)।

অভ্যন্তরীণ বায়বীয় ফুয়েল প্রবাহচিত্রে নিম্নবর্ণিত প্রতীক ব্যবহৃত হয়। যেমন– সি.জি.এস = সিটি গ্যাস স্টেশন, টি.বি.এস. = টাউন বর্ডারিং স্টেশন, ডি.আর.এস = জেলা রেগুলেটিং স্টেশন, সি.এম.এস = গ্রাহকের মিটারিং স্টেশন। একটি সংযোগ থেকে অনেক গ্রাহক লাইনে গ্যাস বিতরণ করা হলে মাধ্যমিক সংযোগে ১০০ থেকে ১২০ পি.এস.আই.জি (৭ থেকে ৮ কেজি.এস.সি.জি) চাপ বজায় রাখা হয়। গ্রাহকের গ্যাস বার্নারে ব্যবহারের সময় গ্যাসের চাপ থাকে ১৪ থেকে ১৬ পি.এস.আই.জি (১ কেজি. এস.সি.জি)। নিয়ন্ত্রণ ভাল্‌ভ দ্বারা গ্যাস প্রবাহের হার নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

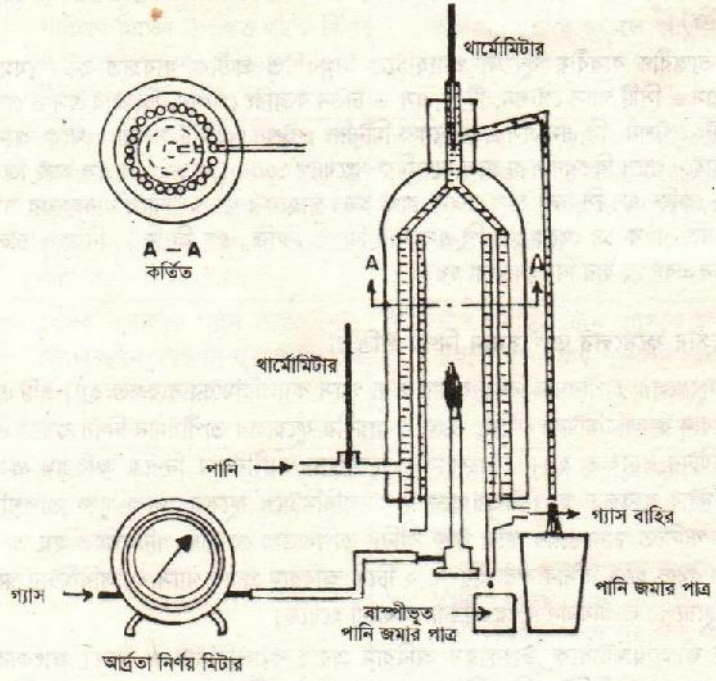
৫.৭ গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া

গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করার জন্য গ্যাস ক্যালরিমিটার ব্যবহৃত হয়। এটি এক ধরনের বোম্ ক্যালরিমিটার। কঠিন, তরল ও বায়বীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে এই ক্যালরিমিটার ব্যবহৃত হয়। তবে গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয়ে অবিরাম প্রবাহ ক্যালরিমিটার ব্যবহৃত হয়। উভয় প্রকার ক্যালরিমিটারে ফুয়েল থেকে মুক্ত তাপশক্তি পরিমিত পানিতে স্থানান্তরের ফলে উক্ত পানির তাপমাত্রার যে বৃদ্ধি পরিলক্ষিত হয় তা ঐ পানির পরিমাণ হতে হিসাব করা হয়। ৫.২ চিত্রে অবিরাম প্রবাহ গ্যাস ক্যালরিমিটার দ্বারা গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

এই ক্যালরিমিটারকে জাংকারস অবিরাম প্রবাহ ক্যালরিমিটারও বলে। জাংকারস অবিরাম প্রবাহ ক্যালরিমিটার নিম্নবর্ণিত যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত হয়। যেমন—

(১) একটি আর্দ্রতা পরিমাপকারী মিটার,
(২) একটি গ্যাস বার্নার,
(৩) দুটি থার্মোমিটার,
(৪) পানি সঞ্চালন নল,
(৫) নিস্কাশিত পানির ওজন পরিমাপক পাত্র,
(৬) ঘনীভূত পানির ওজন পরিমাপক পাত্র,
(৭) পানির প্রবাহ নিয়ন্ত্রক ভাল্‌ভ প্রভৃতি।

গ্যাস ক্যালরিমিটারের সাথে দুটি পথ থাকে। একটি পথ দ্বারা গ্যাস প্রবেশ করে এবং অপরটি দিয়ে বের হয়ে যায়। গ্যাস প্রবেশ পথে গ্যাসীয় ফুয়েলের উৎসের সংযোগ থাকে। অন্যদিকে গ্যাস নির্গমন পথের সাথে গ্যাস বার্নারের সংযোগ থাকে। সঠিকভাবে ফুয়েল প্রজ্জ্বলনের জন্য গ্যাস বার্নার (২)টি বিশেষভাবে নির্মিত। অক্সিজেন গ্যাস ফুয়েল প্রজ্জ্বলন কাজে ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষাধীন ফুয়েল নিয়ত অগ্নিশিখা (steady flame) উৎপন্ন করে জ্বলে। গ্যাস বার্নারের চারদিকে যে জায়গাব্যাপী গ্যাস থাকে, তাকে দহন প্রকোষ্ঠ বলে। এই দহন প্রকোষ্ঠের চারদিকে দুই মুখবিশিষ্ট পানি সঞ্চালনের নল (৪) বিন্যস্ত থাকে। এ দুটি মুখের মধ্যে একটি প্রবেশ এবং অপরটি নির্গমন মুখ। প্রবেশ মুখের সাথে শীতল পানির



চিত্র ৫.২ : গ্যাস ক্যালরিমিটার দ্বারা গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয়।

উৎসের এবং নির্গমন মুখের সাথে উষ্ণ পানির ওজন পরিমাপক পাত্রের (৫) সংযোগ থাকে। এছাড়া হাইড্রোজেন দহনের ফলে বাতাসের সাথে মিলিত হয়ে প্রাথমিক পর্যায়ে বাষ্প উৎপন্ন করে। এই বাষ্প ঘনীভূত হয়ে পানিতে রূপান্তরিত হয়। এ রূপান্তরিত পানির ওজন করার জন্য ক্যালরিমিটারের সাথে অন্য একটি ওজন পরিমাপক পাত্রের (৬) সংযোগ দেয়া হয়। পানির প্রবেশ মুখে একটি থার্মোমিটার (৩) সংযুক্ত থাকে এবং এটি দ্বারা শীতল পানির উষ্ণতা মাপা হয়। উত্তপ্ত পানির উষ্ণতা মাপার জন্য অন্য একটি থার্মোমিটার (৩) পানিবাহী নলের সাথে সংযুক্ত করা হয়। সাধারণত দ্বিতীয় থার্মোমিটারটি গ্যাস বার্নারের উপরের দিকে পানিবাহী নলের সাথে খাড়াভাবে সংযুক্ত থাকে।

মূলত গ্যাস ক্যালরিমিটারটি গ্যাসের উষ্ণতা ও তাপমাত্রার সাপেক্ষে পরীক্ষাধীন গ্যাসের আয়তন নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে ক্যালরিমিটারের তাপমাত্রা ১৫.৬০° সেলসিয়াস এবং চাপ ৭৬২ মিলিমিটার বজায় রাখা হয়। এই পরিমাপকে যথাক্রমে প্রমাণ উষ্ণতা ও প্রমাণ পারদ চাপ বলে। কাজের সুবিধার্থে প্রয়োজনে গ্যাসের সূত্র ব্যবহারের মাধ্যমে গ্যাস ক্যালরিমিটার দ্বারা নির্ণীত গ্যাসের আয়তন হ্রাস করে প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে আনা যায়। ক্যালরিমিটারে ধ্রুব উষ্ণতায় পানি প্রবাহ পথের যেকোনো স্থানে ভাল্‌ভ স্থাপন করে পানির ধ্রুব প্রবাহ হার

নির্ণয় করা যায়। দহন কাজে ব্যবহৃত বাতাসে ভাসমান জলীয় কণা অবস্থান করে বিধায় ক্যালরিমিটারে নিম্নবর্ণিত কতিপয় বিষয়ের প্রতি লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন। যেমন—

(ক) ব্যারোমিটার দ্বারা সঠিক চাপ নির্ণয়,

(খ) সঠিক উষ্ণতা পরিমাপের জন্য থার্মোমিটার যথার্থভাবে ডুবিয়ে ধরা,

(গ) মিটার ক্যালিব্রেশন,

(ঘ) বায়ুমণ্ডলীয় আর্দ্রতা,

(ঙ) প্রমাণ শর্তাবলি সাপেক্ষে গ্যাসের আয়তন নির্ণয় করা,

(চ) তাপ বিকিরণ,

(ছ) প্রবেশকৃত পানির প্রবাহ ইত্যাদি।

পরীক্ষাকালে পানি কর্তৃক শোষিত তাপ :

$$Q = WC\Delta t.$$

এখানে, Q = পানি কর্তৃক শোষিত তাপ,

W = পরীক্ষার সময় ধারণকৃত পানির ওজন,

C = পানির আপেক্ষিক তাপ, এটির মান ১ ধরা হয় ;

Δt = ক্যালরিমিটারে প্রবাহমান পানির উষ্ণতা।

ব্যবহৃত গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয় মান :

$$Q_h = \frac{q}{V_g} + \text{সংশোধন (যদি থাকে) জুল/লিটার}$$

এখানে, Q_h = ব্যবহৃত ফুয়েলের তাপীয়মান

q = পানি কর্তৃক শোষিত তাপ,

V_g = ব্যবহৃত ফুয়েলের আয়তন।

৫.৮ গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান সংশ্লিষ্ট সমস্যা এবং সমাধান

অশ্বশক্তি ৭০, ফুয়েল খরচের মাত্রা ০.২৭২ কেজি/বি.এইচ.পি/ঘন্টা, ব্রেক তাপীয় কার্যক্ষমতা ২৫.৮৩% হলে উক্ত ফুয়েলের তাপীয়মান কত হবে ? [যেখানে J = ৪২৭]

সমাধান : দেওয়া আছে,

ব্রেক অশ্বশক্তি (B.H.P) = ৭০,

আপেক্ষিক ফুয়েল খরচের মাত্রা, W_f = ০.২৭২ কেজি/বি.এইচ.পি/ঘন্টা

ব্রেক তাপীয় কার্যক্ষমতা = ২৫.৮৩% = ০.২৫৮৩

ফুয়েলের তাপীয়মান (H.V) = ?

আমরা জানি,

ব্রেক তাপীয় কার্যক্ষমতা $\eta_{B.ther} = \dfrac{৪৫০০ \times B.H.P}{J \times W_f \times H.V}$

অথবা $H.V = \frac{৪৫০০ \times B.H.P}{J \times W_f \times \eta_{B.ther}}$

$\therefore$ ফুয়েলের তাপীয় মান $= \frac{৪৫০০ \times ৭০}{৪২৭ \times ০.২৭২ \times ০.২৫৮৩}$

$= ১০৫০০$ কিলোক্যালরি/কেজি (উত্তর)

৫.৯ বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন (The development of gaseous fuel in Bangladesh)

বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলে যে প্রাকৃতিক গ্যাসের খনি পাওয়া গেছে তার মধ্যে কুমিল্লা এবং সিলেট জেলার বিভিন্ন এলাকার গ্যাসীয় ফুয়েলের মান অনেক উন্নত। হরিপুর ব্যতীত দেশে কোনো তৈল খনি আবিষ্কৃত হয়নি। তাই গ্যাসকে বিভিন্ন উন্নয়নমুখী কাজে ব্যবহারের জন্য প্রচেষ্টা এবং আরও জরিপ কাজ চলছে। বর্তমানে গ্যাসীয় ফুয়েলকে রান্নার কাজে গ্যাস চুল্লিতে, তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বয়লার চুল্লিতে, সারকারখানায় ফুয়েল ও কাঁচামাল হিসেবে, সিমেন্ট ফ্যাক্টরিতে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে।

বাংলাদেশে প্রাপ্ত গ্যাসীয় ফুয়েলের মান অন্য দেশে প্রাপ্ত গ্যাসীয় ফুয়েলের চেয়ে অনেক উন্নত। এর মধ্যে হাইড্রোকার্বনের পরিমাণ বেশি, অথচ অপ্রয়োজনীয় গ্যাসের পরিমাণ খুবই কম। কোনো জায়গা থেকে দূরবর্তী স্থানে গ্যাসীয় ফুয়েলকে স্থানান্তর করতে হলে গ্যাসের তাপ ও চাপ বাড়িয়ে তরল করা হয় এবং পাত্রে ভরে অন্যত্র প্রেরণ করা হয়। তরল গ্যাসের তাপ ও চাপ নির্দিষ্ট হারে কমালেই সেটি আবার প্রাকৃতিক গ্যাসে পরিণত হয়। প্রাকৃতিক গ্যাসের তরল অবস্থাকে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস বলে। গ্রামে-গঞ্জে এই গ্যাসকে ছোট ছোট গ্যাসের আধারে সরবরাহ করে বার্নারে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

গ্যাসীয় ফুয়েল অধিক তাপ ও চাপ বহন করে ফলে আগুনের সংস্পর্শে এলে অগ্নিকাণ্ড ঘটে। গ্যাস সরবরাহের পাইপ লাইন আগুন হতে দূরে এবং মাটির নিচে স্থাপন করা হয়। গ্যাস পাইপের কোথাও লিকেজ হওয়া বহুমুখী ক্ষতিকর। কারণ গ্যাস বায়ুমণ্ডলে মিশে গেলে ও আগুনের সংস্পর্শে আসলে শুধু অগ্নিকাণ্ডই ঘটায় না, এটি অযথা বায়ুমণ্ডলে মিশে গিয়ে ফুয়েলের অপচয় তথা অর্থনৈতিকভাবে দেশের ক্ষতি করে।

প্রাকৃতিক গ্যাস, এল.পি.জি. ইত্যাদির সঞ্চালন ও সরবরাহ বেশ ব্যয়বহুল। তাই গ্যাস খনি থেকে প্রাপ্ত গ্যাসীয় ফুয়েলকে খনি সংলগ্ন স্থানে অবস্থিত গ্যাস টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্র ও অন্যান্য গ্যাস ব্যবহারকারী প্ল্যান্টে সরবরাহ করে দেশের চলতি ও বাড়তি ফুয়েল চাহিদা মিটানো যায়। এজন্য দেশের পূর্বাঞ্চলে আরও গ্যাস টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্র, বাষ্পীয় তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র, সার কারখানা, সিমেন্ট কারখানা স্থাপন করে গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন ঘটানো সম্ভব। বর্তমানে গ্যাসক্ষেত্র দেশের পূর্বাঞ্চলে আবিষ্কৃত হওয়ার ফলে পশ্চিমাঞ্চলে এখনো প্রচুর অর্থ ব্যয় করে ফুয়েল তেল আমদানি করতে হয়। বর্তমান সরকার গ্যাস ও তেলকূপ খনন প্রকল্পের কাজ সম্প্রসারণ করে পূর্বাঞ্চল, পশ্চিমাঞ্চল এবং সমুদ্র এলাকাকে এর অন্তর্ভুক্ত করেছে। এ শতকের প্রথম থেকেই দেশে গ্যাস ও তেলকূপ খনন প্রকল্প

সম্প্রসারণের কাজ শুরু হয়েছে। ইতোমধ্যে বরিশাল ও ভোলা এলাকায় প্রাকৃতিক গ্যাসের খনি পাওয়া গেছে এবং এ এলাকার আশেপাশে আরও খননজনিত উন্নয়ন কাজ চলছে।

গভীর নদীর তলদেশ দিয়ে প্রাকৃতিক গ্যাস সরবরাহ লাইন করা দুরূহ এবং ব্যয়বহুল। তাই দেশের যেসব এলাকায় এরূপ অসুবিধা রয়েছে, সেখানে গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন ঘটাতে গেলে সেই এলাকায় গ্যাস খননকার্য অব্যাহত রাখতে হবে এবং গ্যাস খনি পাওয়া গেলে সেখানকার গ্যাসের চাহিদা সহজেই মিটানো সম্ভব হবে। দেশের পূর্বাঞ্চল থেকে পশ্চিমাঞ্চলের জেলাতে গ্যাস সরবরাহের জন্য "যমুনা সেতু বহুমুখী প্রকল্প" (Jamuna Bridge Multipurpose Project) সহায়ক ভূমিকা পালন করছে। এর কারণে সিরাজগঞ্জ, পাবনা এলাকাতে গ্যাস পৌঁছে গেছে এবং বগুড়াসহ অন্যান্য এলাকাতেও গ্যাস লাইন সম্প্রসারণের কাজ চলছে।

৫.১০ বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের ব্যবহার (The uses of gaseous fuels in Bangladesh)

বর্তমানে গ্যাসীয় ফুয়েল রান্নার কাজে, গ্যাস টারবাইন বিদ্যুৎ কেন্দ্রের কমবাস্টরে, তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের বয়লার চুল্লিতে, সিমেন্ট কারখানার চুল্লিতে, সারকারখানার চুল্লিতেও কাঁচামাল হিসেবে, ছোট বড় শিল্পকারখানার বার্নারে ব্যবহৃত হচ্ছে। নিচে বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহারের শতকরা হার দেখানো হয়েছে।

ক্রমিক নং	গ্যাস ব্যবহারের ক্ষেত্র	ব্যবহারের শতকরা পরিমাণ	মন্তব্য
১	বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র	৪৬%	গ্যাস টারবাইন, বাষ্পীয় তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র এবং তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্রের ফুয়েল
২	সিমেন্ট কারখানা	১৮%	ফুয়েল
৩	সারকারখানা	১৪%	ফুয়েল ও কাঁচামাল
৪	ছোট বড় শিল্প প্রতিষ্ঠান	১৭%	ফুয়েল
৫	বাণিজ্যিক ও আবাসিক এলাকা	৫%	ফুয়েল হিসেবে

৫.১১ বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের বর্তমান মজুদ (The present reserve of natural gas in Bangladesh)

প্রাকৃতিক গ্যাস বাংলাদেশের একটি উল্লেখযোগ্য প্রাকৃতিক সম্পদ। ভূ-তত্ত্ববিদের জরিপ থেকে জানা যায় যে, বাংলাদেশের অনেক স্থানেই প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়ার সম্ভাবনা আছে। জি.ও.বি, ১৯৯৫ইং এর সমীক্ষা মোতাবেক জানা যায় যে, বাংলাদেশে ১৭টি গ্যাস খনি রয়েছে এবং এই খনিতে ৯.৯৬ ট্রিলিয়ন ঘনফুট প্রাকৃতিক গ্যাস মজুদ রয়েছে। তাছাড়া নারায়ণগঞ্জে কয়লার খনিতে মিথেন রয়েছে ০.৫ ট্রিলিয়ন ঘনফুট (TCF)। দেশের যে কোনো স্থানে এ পর্যন্ত যে গ্যাস খনি আবিষ্কৃত হয়েছে, তাতে গ্যাস মজুদের পরিমাণ নিচে দেয়া হলো :

ক্রমিক নং	গ্যাসক্ষেত্রের নাম	মজুদ গ্যাসের পরিমাণ (ট্রিলিয়ন ঘনফুটে)
১	তিতাস	২.৯৮
২	হবিগঞ্জ	২.১২
৩	বাখরাবাদ	১.৪৭
৪	রশিদপুর	১.০৬
৫	কুতুবদিয়া	০.৭৭
৬	সিলেট	০.৬৮
৭	কৈলাসটিলা	০.৬০
৮	ছাতক	০.৩৯
৯	ফেনী	০.৩৬
১০	বিয়ানী বাজার	০.২৪
১১	সেমুতাং	০.২৩
১২	বেগমগঞ্জ	০.১৪
১৩	কামতা	০.১৩

এসব গ্যাস খনির মধ্যে বর্তমানে তিতাস, হরিপুর, ছাতক, বাখরাবাদ গ্যাসক্ষেত্র হতে গ্যাস উত্তোলন করা হচ্ছে।

ছাতক গ্যাসক্ষেত্রে প্রাপ্ত গ্যাস ছাতক সিমেন্ট কারখানায় কাঁচামাল ও ফুয়েল হিসেবে এবং হরিপুরে প্রাপ্ত গ্যাস ফেঞ্চুগঞ্জ সার কারখানায় ব্যবহৃত হচ্ছে। তিতাস গ্যাস ক্ষেত্র হতে প্রাপ্ত গ্যাস ঘোড়াশাল সারকারখানায় কাঁচামাল ও ফুয়েল হিসেবে, সিদ্ধিরগঞ্জ বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রে ফুয়েল হিসেবে, ঢাকা, চট্টগ্রাম, ময়মনসিংহ, সিরাজগঞ্জসহ দেশের বিভিন্ন স্থানে শিল্প কারখানায় এবং রান্নার কাজে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। রশিদপুরে প্রাপ্ত গ্যাস শাহ্জীবাজার শক্তি উৎপাদন কেন্দ্রে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে।

প্রশ্নমালা

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। গ্যাসীয় ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : গ্যাসীয় ফুয়েল বলতে বায়বীয় ফুয়েলকে বোঝায়। প্রাকৃতিক গ্যাস, ইথেন, মিথেন ইত্যাদি গ্যাসীয় ফুয়েলের উদাহরণ।

২। বাংলাদেশের গ্যাসীয় ফুয়েল মজুদের পরিমাণ কত?

উত্তর : বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলের ১৭টি গ্যাস খনিতে প্রায় ৯.৯৬ ট্রিলিয়ন ঘনফুট উন্নতমানের গ্যাসীয় ফুয়েল মজুদ রয়েছে।

৩। প্রাকৃতিক গ্যাসের রূপান্তরিত ফুয়েল দুটির নাম লিখ।

উত্তর : প্রাকৃতিক গ্যাসের রূপান্তরিত ফুয়েল দুটি হচ্ছে— (ক) এল.পি.জি এবং (খ) সি.এন.জি।

৪। গ্যাসীয় ফুয়েল কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : গ্যাসীয় ফুয়েলকে চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) প্রাকৃতিক গ্যাস, (খ) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস, (গ) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস এবং (ঘ) বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল।

৫। প্রাকৃতিক গ্যাস কাকে বলে?

উত্তর : প্রকৃতিতে খনি থেকে যে গ্যাসীয় পদার্থ উদ্গীরিত হয়, যা হাইড্রোকার্বন ধারণ করে, তাকে প্রাকৃতিক গ্যাস বলে।

৬। এল.পি.জি কি?

উত্তর : এটি এক ধরনের প্রাকৃতিক গ্যাস। প্রাকৃতিক গ্যাসের চাপ ও তাপ বাড়ালে এটি এল.পি.জি-তে রূপান্তরিত হয়।

৭। সি.এন.জি কি?

উত্তর : এটিও এক ধরনের প্রাকৃতিক গ্যাস। নির্দিষ্ট হারে প্রাকৃতিক গ্যাসের চাপ বাড়ালে এটি সি.এন.জি-তে রূপান্তরিত হয়।

৮। বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল কি?

উত্তর : শোধনাগারে অথবা চুল্লিতে বিভিন্ন ধরনের ফুয়েল প্রক্রিয়াজাত করার সময় অপোড়া অবস্থায় যে গ্যাসীয় ফুয়েল সংগ্রহ ও সংরক্ষণ করা হয়, তাকে বিকল্প গ্যাসীয় ফুয়েল বলে। শোধনাগারের তেল গ্যাস, কোল গ্যাস, কোক ও ওভেন গ্যাস এই ফুয়েলের উদাহরণ।

৯। প্রাকৃতিক গ্যাসে কি কি উপাদান থাকে?

উত্তর : প্রাকৃতিক গ্যাসে হাইড্রোজেন, কার্বন, কার্বন-ডাইঅক্সাইড, নাইট্রোজেন, হিলিয়াম, জলীয় বাষ্প থাকে।

১০। এল.পি.জি প্রধানত কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : এল.পি.জি প্রধানত দুই প্রকার, যথা—

(ক) প্রোপেন ও (খ) বিউটেন। এছাড়া (অ) আইসোবিউটেন, (আ) প্রোপাইলিন, (ই) ইথাইলিন, (ঈ) ইথেন প্রভৃতি এল.পি.জি. রয়েছে।

১১। প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তিস্থল কোথায়?

উত্তর : পূর্ব থেকেই ভূ-গর্ভ হতে নির্গত বস্তু হিসেবে দাহ্য গ্যাস মানব জাতির কাছে পরিচিত। প্রাকৃতিক গ্যাস খনি এবং পেট্রোলিয়াম খনির উপরের দিকে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া যায়।

১২। বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের কয়টি খনি রয়েছে?

উত্তর : বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলে ও দক্ষিণাঞ্চলে ১৭টি গ্যাস খনি রয়েছে।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। গ্যাসীয় ফুয়েল কি? এটির শ্রেণীবিভাগ দেখাও। এই ফুয়েল কি কি উপাদান নিয়ে গঠিত হয়?

২। প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তি কিভাবে হয়? গ্যাসীয় ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

৩। গ্যাসীয় ফুয়েলের সংরক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ এবং এই ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া লিখ।

৪। গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয়ের সূত্র বিশ্লেষণ কর। একটি চার স্ট্রোক পেট্রোল ইঞ্জিনের ব্রেক অশ্বশক্তি ৭০, ফুয়েল খরচের মাত্রা ০.২৭৫ কেজি/বি.এইচ.পি/ঘণ্টা, কার্যক্ষমতা ২৫.৭৫% হলে উক্ত ফুয়েলের তাপীয়মান বের কর।

৫। বাংলাদেশের গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন ও ব্যবহার সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখ। এদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের খনি কোথায় কোথায় অবস্থিত এবং ফুয়েলের মজুদের পরিমাণ লিখ।

ষষ্ঠ অধ্যায়

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস

৬.১ ভূমিকা

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের শব্দ সংক্ষেপ হলো এল.পি.জি। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে এটিকে এই সংক্ষিপ্ত নামেই আখ্যায়িত করা হয়। এটি এক প্রকার গ্যাসীয় বা বায়বীয় ফুয়েল। এটি একটি নির্দিষ্ট মানের হালকা হাইড্রোকার্বন পরমাণু নিয়ে গঠিত। এটি আবার পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের পরমাণুর সাথে সম্পর্কযুক্ত। এগুলোর প্রত্যেকটিই হাইড্রোজেন ও কার্বনের অণু নিয়ে গঠিত। কিন্তু গ্যাসোলিনের পরমাণুর তুলনায় এল.পি.জি এর পরমাণু বেশ ক্ষুদ্র। সেজন্য এল.পি.জি স্বাভাবিক উষ্ণতায় বাষ্পাকারে অবস্থান করে। ভূগর্ভে এটিকে প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলের সাথে পাওয়া যায়। এটি ভূগর্ভে পেট্রোলিয়াম অথবা গ্যাস খনিতে উচ্চচাপে অবস্থান করে এবং এটি তখন তরল আকারে পাওয়া যায়। চাপ কমানো হলে এই তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস আবার গ্যাসীয় ফুয়েলে রূপান্তরিত হয়। খনি থেকে আহরিত প্রাকৃতিক গ্যাসকে শুষ্ক করে এল.পি.জি উৎপন্ন করা হয়। এটিকে পাতন এবং ক্র্যাকিং এর মতো শোধন অথবা রিকভারি প্রক্রিয়ার সময় গ্যাস অথবা পেট্রোলিয়ামজাত উৎপাদন থেকে আলাদা করে উচ্চচাপে তরলাকারে মজুদ করা হয়। পরিবহনের সুবিধার জন্য এটিকে চাপযুক্ত ট্যাঙ্কারে তরলাকারে সরবরাহ করা হয়।

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসকে আদর্শ পেট্রোল ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয়। যেসব এলাকায় ফুয়েল গ্যাস সরবরাহ লাইন নেই সেসব স্থানে গৃহস্থালি ফুয়েল হিসেবে এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়। এই ফুয়েল অধিক কার্যক্ষমতা সম্পন্ন ট্রাক, নির্মাণ কাজ ও কলকারখানায় ব্যবহৃত যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। এটি ধোঁয়াবিহীন অবস্থায় প্রজ্জ্বলিত হয়। এই ফুয়েলের দহনজনিত আওয়াজ না ঘটার ধর্ম উত্তম। এল.পি.জি কতকগুলি হালকা হাইড্রোজেন অণু দ্বারা গঠিত। এ ফুয়েলের অণুগুলো অপেক্ষাকৃত হালকা হওয়ায় সাধারণ তাপমাত্রায় ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এটি গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। কিন্তু এই ফুয়েল অপেক্ষাকৃত বেশি চাপে সিলিন্ডারে তরল অবস্থাপ্রাপ্ত হয়।

৬.২ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উপাদান

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েল পেট্রোল থেকে উদ্ভূত। পেট্রোলে যে উপাদান আছে এল.পি.জি ফুয়েলও প্রায় একই উপাদান ধারণ করে। এই ফুয়েল এমন এক প্রকার হাইড্রোকার্বন যা সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বায়বীয় অবস্থায় থাকে এবং অধিক চাপে এটি তরল অবস্থাপ্রাপ্ত হয়। এই ফুয়েলের প্রধান উপাদান হলো—হাইড্রোজেন ও কার্বন। এল.পি.জি ফুয়েলের মূল উপাদান কার্বন। হাইড্রোজেনের অণু হালকা থাকে বলে সাধারণ

তাপমাত্রায় ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এই ফুয়েল গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। এই ফুয়েলে উপস্থিত অন্যান্য উপাদান হচ্ছে—কার্বনডাইঅক্সাইড, নাইট্রোজেন, হিলিয়াম প্রভৃতি। এগুলো সবই অদাহ্য উপাদান। ক্ষেত্রবিশেষে এই ফুয়েলে হাইড্রোজেন সালফাইড গ্যাস উপস্থিত থাকে। এ উপাদানটি দাহ্য পদার্থ হলেও ফুয়েল গ্যাসের এটি খুব ভাল উপাদান নয়। কারণ সালফারের জন্য উৎপাদন প্রক্রিয়ায় ব্যবহৃত গ্লাস বা ধাতুনির্মিত যন্ত্রপাতি কলুষিত হয়। এ ফুয়েলের তাপীয়মান ১০০০ থেকে ১১০০ বি.টি.ইউ।

অটোমোটিভ ইঞ্জিনে দু ধরনের এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়, যেমন—(ক) প্রোপেন ও (খ) বিউটেন। এছাড়া আরও চার ধরনের এল.পি.জি. রয়েছে, যেমন—(অ) আইসোবিউটেন, (আ) প্রোপাইলিন, (ই) ইথাইলিন এবং (ঈ) ইথেন। অটোমোটিভ ইঞ্জিনে প্রোপেন ও বিউটেন এই দুটি এল.পি.জি এর উপাদানকে মিশ্রিত করে ব্যবহার করা হয়। মিশ্রণে বিউটেনের পরিমাণ প্রোপেন অপেক্ষা কম, বেশি অথবা সমান হতে পারে।

৬.৩ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উৎপত্তি

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ভূগর্ভে পেট্রোলিয়াম অথবা প্রাকৃতিক গ্যাস খনিতে উচ্চচাপে অবস্থান করে এবং উচ্চচাপে অবস্থান করার ফলে এটিকে তরল আকারে পাওয়া যায়। চাপ কমানো হলে এল.পি.জি গ্যাস গ্যাসীয় বা প্রাকৃতিক গ্যাসে রূপান্তরিত হয়। খনি হতে আহরিত গ্যাস যা প্রাকৃতিক গ্যাস নামে পরিচিত, তা শুষ্ক করে এল.পি.জি.তে রূপান্তরিত করা হয়।

এই ফুয়েলকে পাতন প্রক্রিয়ায় এবং ক্র্যাকিং এর মতো শোধন অথবা রিকভারি প্রক্রিয়ার সময় গ্যাস অথবা পেট্রোলিয়ামজাত উৎপাদন হতে আলাদা করে উচ্চচাপে তরলাকারে মজুদ করা হয়। পরিবহনের সুবিধার্থে এটিকে চাপযুক্ত ট্যাঙ্কারে তরলাকারে সরবরাহ করা হয়। এল.পি.জি–এর উৎপাদন যথেষ্ট পরিমাণে না হলে এটি বাণিজ্যিকভাবে লাভজনক হয় না।

এল.পি.জি মূলত কতকগুলি হাইড্রোকার্বনের অণু, যা গ্যাসোলিনের মতো হাইড্রোজেন ও কার্বনের পরমাণু দ্বারা গঠিত। কিন্তু এল.পি.জি এর পরমাণু দ্বারা গঠিত অণু গ্যাসোলিনের অণু অপেক্ষা ক্ষুদ্র থাকায় সাধারণ তাপ ও চাপে এটি বাষ্পাকারে থাকে এবং এটির প্রস্তুত প্রণালি গ্যাসোলিনের প্রস্তুত প্রণালি থেকে ভিন্ন। পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাসের সাথে যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অণুর হাইড্রোকার্বন থাকে, তার অবস্থান পেট্রোলিয়াম খনির উপরে এবং প্রাকৃতিক গ্যাস খনির নিচে অবস্থান করে। খনিতে থাকাকালীন সময়ে এটি উচ্চচাপের কারণে তরল অবস্থায় অবস্থান করে। খনি থেকে উত্তোলনের সময় এটিকে উচ্চচাপে উত্তোলন করে সংরক্ষণ করা সম্ভব হয় না। বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সাধারণ চাপে উত্তোলন করে সংকোচন যন্ত্রের সাহায্যে চাপযুক্ত আধারে প্রবেশ করিয়ে তরল অবস্থায় সংরক্ষণ করা হয়। পরবর্তী ধাপে উক্ত আধার থেকে চাপ নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ছোট ছোট আধারে ভর্তি করে বিভিন্ন স্থানে সরবরাহ করা হয়। উচ্চচাপে থাকে বলে সংরক্ষণাগারের আধার ও সরবরাহ আধার উভয়ই শক্ত ধাতু দ্বারা প্রস্তুত করা হয় এবং গ্যাস শেষ হলে সেটি ভর্তির ব্যবস্থা করা হয়।

পেট্রোলিয়াম শোধনাগারে উপদ্রব্য হিসেবে কিছু হালকা ও ক্ষুদ্র হাইড্রোকার্বন পাওয়া যায় যা প্রোপেন ও বিউটেন হিসেবে পরিচিত। এটি ছাড়াও স্ট্রেইট রান ফ্রাকশন পদ্ধতিতে কিছু

পরিমাণ বিউটেন পাওয়া যায়। উক্ত প্রোপেন ও বিউটেন এর গঠন এল.পি.জি এর অনুরূপ, যা মূলত হাইড্রোজেন ও কার্বনের পরমাণুর সমষ্টি বিশেষ। উক্ত হাইড্রোকার্বনকে একটি আধারে উচ্চচাপে সংরক্ষণের জন্য তরলে পরিণত করা হয়। পরবর্তীতে এটিকে ছোট ছোট ইস্পাতের আধারে চাপ নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ভর্তি করে সরবরাহ করা হয় এবং এতে পুনরায় ভর্তির ব্যবস্থা থাকে।

এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত বিউটেন ও প্রোপেনের বাষ্পীভবনের তাপ ও চাপের তারতম্যের কারণে এটিকে ভিন্ন ভিন্ন আধারে মজুদ করা হয়। কারণ বিউটেন 0° সেলসিয়াস উষ্ণতা ও সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপে (১.০৩ কেজি/বর্গসেন্টিমিটার) বাষ্পীভূত হয়। আবার প্রোপেন বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ৪২° সেলসিয়াস উষ্ণতায় বাষ্পীভূত হয়। তবে এল.পি.জি প্রস্তুতের ক্ষেত্রে উভয় প্রকার হাইড্রোকার্বনকে একই সাথে কিংবা ভিন্ন ভিন্নভাবে সংরক্ষণ ও বাজারজাতকরণের ব্যবস্থা করা হয়।

৬.৪ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস এর বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ—

(১) এই ফুয়েল উচ্চচাপে তরল অবস্থায় থাকে এবং চাপ কমালে আবার গ্যাসীয় ফুয়েলে রূপান্তরিত হয়।

(২) এল.পি.জি.–এর অকটেন রেটিং বেশি।

(৩) এটির হাইড্রোজেন ও কার্বনের পরমাণু ক্ষুদ্র।

(৪) এ ফুয়েল খুব তাড়াতাড়ি সম্পূর্ণভাবে বাষ্পে পরিণত হয়।

(৫) এ ফুয়েল বাতাসের সাথে সহজে মিশে যেতে পারে।

(৬) এটি দহনের শেষে দহন প্রকোষ্ঠে কোনো প্রকার কার্বন জমা করে না।

(৭) এ ফুয়েল পিচ্ছিলকরণ তেলের সাথে মিশ্রিত হয় না।

(৮) স্বাভাবিক বায়ুচাপে এই ফুয়েলের স্ফুটনাংকের সীমা – ৪২° সেলসিয়াস হতে 0° সেলসিয়াস।

(৯) এল.পি.জি. একটি শুষ্ক প্রকৃতির (dry type) গ্যাসীয় ফুয়েল।

(১০) এল.পি.জি এক ধরনের গ্যাসীয় ফুয়েল হলেও এটি গ্যাস আধারে করে দূর দূরান্তে বহন করা যায়, যেটি অন্য গ্যাসীয় ফুয়েলের পক্ষে সম্ভব হয় না।

(১১) যে আধারে এল.পি.জি. বহন করা হয় সেটিতে কোনো লিকেজ ঘটলে এই ফুয়েল অন্য আধারে স্থানান্তর করে এই লিকেজ মেরামত করা হয়। সাধারণ গ্যাসীয় ফুয়েলের এই লিকেজ সহজে ধরা ও মেরামত করা সহজ নয়।

(১২) প্রাকৃতিক গ্যাস ট্যাঙ্কারে বহন করা হয় না, কিন্তু এল.পি.জিকে সহজে ট্যাঙ্কারে ভর্তি করে দূর দূরান্তে স্থানান্তর করা যায়।

(১৩) এল.পি.জি গ্যাস আদর্শ প্রকৃতির গ্যাসোলিন ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এসব ইঞ্জিনে বিশেষ ফুয়েল পদ্ধতি সন্নিবেশ করা হয়। অন্যথায়, এ ফুয়েল ব্যবহারে ফুয়েলের দহন প্রকোষ্ঠে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয়।

৬.৫ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের ব্যবহার

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস অটোমোটিভ ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এই ইঞ্জিনে বাস্তবিকপক্ষে দুই প্রকার এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়, যথা— প্রোপেন ও বিউটেন। অটোমোটিভ ইঞ্জিনে প্রোপেন, বিউটেন অথবা এই দুটি ফুয়েলের মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়। মিশ্রণে বিউটেনের পরিমাণ প্রোপেন অপেক্ষা কম, বেশি অথবা সমান হতে পারে।

বিউটেন বায়ুমণ্ডলীয় চাপে ৩২° ফারেনহাইট বা ০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়। কম তাপমাত্রায় এটি তরল আকার ধারণ করে এবং ট্যাংক বা আধার থেকে কার্বুরেটরে যাবার পথে যথেষ্ট চাপ প্রদান করে না। তাই ৩২° ফারেনহাইট তাপমাত্রার নিচে এল.পি.জি হিসেবে বিউটেন ব্যবহার করলে এটিকে একটি হিটারের মাধ্যমে ট্যাংক বা আধার হতে কার্বুরেটরে প্রেরণ করা হয়। পক্ষান্তরে বায়ুমণ্ডলীয় চাপে প্রোপেন ৪৪° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় বাষ্পে পরিণত হয়। এটি আধারে বা ট্যাংকে যথেষ্ট চাপযুক্ত অবস্থায় এবং কার্বুরেটর ও ফুয়েল লাইনে বাষ্পাকারে থাকে। এস. আই ইঞ্জিনের সাধারণ ফুয়েল পদ্ধতিতে যদি এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়, তবে এটির একই ধর্ম থাকা বাঞ্ছনীয়। এস.আই ইঞ্জিনে সাধারণত প্রোপেন এল.পি.জি হিসেবে ব্যবহৃত হয়। গৃহস্থালি কাজে ফুয়েল হিসেবে এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়। শিল্প কারখানার ফুয়েল হিসেবে এ ফুয়েলের ব্যবহার বেশি। রাসায়নিক উপাদান প্রস্তুতে এল.পি.জি এর ব্যবহার লক্ষণীয়।

৬.৬ তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা

তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নরূপ :

১। **সুবিধা :** (১) এল.পি.জি ফুয়েল সম্পূর্ণরূপে বাষ্পীভূত হয় এবং বাতাসের সাথে ভালোভাবে মিশ্রিত হয়।

(২) চাপে থাকে বিধায় এটি স্থানান্তরের জন্য আলাদা কোনো পাম্পের প্রয়োজন হয় না।

(৩) এটিকে তরল অবস্থায় ট্যাঙ্কার বা সিলিন্ডারে ধারণ করে নিকট অথবা দূর-দূরান্তে স্থানান্তর করা যায়।

(৪) এ ফুয়েলের অকটেন রেটিং বেশি (যেমন : বিউটেনের ৯৩% এবং প্রোপেনের প্রায় ১০০%) বিধায় ইঞ্জিনে প্রজ্জ্বলনের সময় এটি আওয়াজ সৃষ্টি করে না।

(৫) প্রজ্জ্বলনের পর এই ফুয়েল হতে কোনো কার্বন সৃষ্টি হয় না।

(৬) এ ফুয়েল ধোঁয়াহীনভাবে প্রজ্জ্বলিত হয়।

(৭) এটি ইঞ্জিন সিলিন্ডারে তরল হয় না। ফলে পিচ্ছিলকরণ তেলের ধর্ম অক্ষুণ্ণ থাকে।

(৮) এল.পি.জি ফুয়েলের মূল্য তুলনামূলকভাবে কম।

(৯) গ্রামে-গঞ্জে যেখানে বিদ্যুৎ ও প্রাকৃতিক গ্যাসের সরবরাহ নেই, সেখানে এল.পি.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এই ফুয়েলের সরবরাহ ও বন্ধের সুবিধা আছে বিধায় এটির অপচয়ও কম হয়। তাই এটিকে গৃহস্থালি ফুয়েল বলে।

(১০) এ ফুয়েল ১০ : ১ এবং এটি অপেক্ষা বেশি সংকোচন অনুপাতবিশিষ্ট ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়।

(১১) ২৫০ লিটার এল.পি.জি–কে ১ লিটার তরল ফুয়েল হিসেবে রূপান্তরিত করা যায়।

(১২) এ ফুয়েল ব্যবহারে ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

২। **অসুবিধা :** (১) এল.পি.জি–কে চাপযুক্ত আধারে ধারণ করা হয়। এই আধার অথবা ট্যাঙ্কারে এল.পি.জি ভর্তি করার জন্য বিশেষ ব্যবস্থা রাখার প্রয়োজন হয়।

(২) এল.পি.জি ব্যবহারের জন্য ইঞ্জিনের ফুয়েল পদ্ধতি বিশেষভাবে ডিজাইন করা হয়। এতে বাড়তি খরচের প্রয়োজন হয়।

(৩) ব্যাপক পরিমাণ এল.পি.জি উৎপাদন বেশ কঠিন।

(৪) এল.পি.জি মজুদ ও স্থানান্তর করা ব্যয়সাপেক্ষ।

(৫) মূল আধার থেকে ব্যবহারযোগ্য আধারে স্থানান্তর করার পর লিকেজের কারণে চাপ কমে গেলে এল.পি.জি প্রাকৃতিক গ্যাসে রূপান্তরিত হয় এবং এভাবে এক সময় সম্পূর্ণ গ্যাস উড়ে যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস কি অবস্থায় থাকে?

উত্তর : এল.পি.জি ভূ–গর্ভে উচ্চচাপে অবস্থান করে এবং এটি তখন তরল আকারে পাওয়া যায়। চাপ কমানো হলে এটি আবার গ্যাসীয় ফুয়েলে রূপান্তরিত হয়।

২। এল.পি.জি ফুয়েলে কি কি মূল উপাদান থাকে?

উত্তর : তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের মূল উপাদান মিথেন। এটি হাইড্রোজেন ও কার্বনের সংমিশ্রণ।

৩। অটোমোটিভ ইঞ্জিনে কি ধরনের এল.পি.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : অটোমোটিভ ইঞ্জিনে দুই ধরনের এল.পি.জি ব্যবহৃত হয়, যেমন—(ক) প্রোপেন ও (খ) বিউটেন।

৪। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের উৎপত্তি কিভাবে হয় লিখ।

উত্তর : তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ভূ–গর্ভে পেট্রোলিয়াম অথবা প্রাকৃতিক গ্যাস খনিতে উচ্চচাপে অবস্থান করে এবং এ সময় সেটি তরল আকারে থাকে।

৫। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম লিখ।

উত্তর : আদর্শ গ্যাসোলিন ইঞ্জিন ও গৃহস্থালি চুল্লির ফুয়েল হিসেবে এই ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।

৬। এল.পি.জি এর একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : এল.পি.জি. গ্যাসের একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো—এই ফুয়েল উচ্চচাপে তরল অবস্থায় থাকে এবং চাপ কমালে এটি গ্যাসীয় ফুয়েলে রূপান্তরিত হয়।

৭। এল.পি.জি ব্যবহারের দুটি সুবিধা লিখ।

উত্তর : এল.পি.জি ফুয়েল সম্পূর্ণরূপে বাষ্পীভূত হয় এবং এটি সরবরাহের জন্য আলাদা পাম্পের দরকার হয় না।

৮। এল.পি.জি ব্যবহারের দুটি অসুবিধা লিখ।

উত্তর : এল.পি.জি ব্যবহারের অসুবিধা হলো—এটিকে চাপযুক্ত আধারে ধারণ করতে হয় এবং এটি স্থানান্তর করা ব্যয়সাপেক্ষ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েল কি এবং এটির গঠন সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ৬.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের উৎপত্তি বর্ণনা কর।

উত্তর : ৬.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস কি কি উপাদান নিয়ে গঠিত হয় বর্ণনা কর।

উত্তর : ৬.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : ৬.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েল কিভাবে ব্যবহৃত হয়, লিখ।

উত্তর : ৬.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের সুবিধা লিখ।

উত্তর : ৬.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের অসুবিধা লিখ।

উত্তর : ৬.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েল কি, এটির উপাদান ও উৎপত্তি সম্পর্কে বর্ণনা কর।

২। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের ১০টি বৈশিষ্ট্য লিখ এবং এই ফুয়েলের ব্যবহার বর্ণনা কর।

৩। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাসের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

৪। সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও :

(ক) এল.পি.জি ফুয়েলের উপাদান,

(খ) এল.পি.জি ফুয়েলের উৎপত্তি,

(গ) এল.পি.জি ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য,

(ঘ) এল.পি.জি ফুয়েলের ব্যবহার।

সপ্তম অধ্যায়

রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস

৭.১ ভূমিকা

এটি এক প্রকার প্রাকৃতিক গ্যাস যা নির্দিষ্ট চাপে রূপান্তরিত অবস্থায় থাকে। গ্যাসীয় ফুয়েলের সাধারণত তিনটি অবস্থা থাকে। যেমন—(ক) প্রাকৃতিক গ্যাস যা একটি নির্দিষ্ট চাপে ও গ্যাসীয় অবস্থায় অবস্থান করে।

(খ) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস, যা গ্যাসীয় বা বায়বীয় ফুয়েল অপেক্ষা অধিক চাপে ও গ্যাসীয় অবস্থায় অবস্থান করে এবং

(গ) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ; যা গ্যাসীয় ফুয়েলের মধ্যে সবচেয়ে বেশি চাপে ও হালকা গ্যাসীয় অবস্থায় অবস্থান করে।

আবার প্রাকৃতিক গ্যাস হলো পেট্রোল ও কেরোসিন ফুয়েলের অনুরূপ। এই ফুয়েল দহনে কার্বন ডাইঅক্সাইডের উদগীরণ এতোই কম হয় যে, এতে পরিবেশের তেমন দূষণ ঘটে না। সে কারণে এই ফুয়েল দুই এবং চার স্ট্রোক পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়। যেসব স্থানে পরিবেশ দূষণ ঘটানোর উপর নিষেধাজ্ঞা রয়েছে সেখানে তিনচক্র এবং চারচক্র বিশিষ্ট মোটরযানের ফুয়েল হিসেবে সি.এন.জি একটি উপযোগী ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ২০০২ সালে আমাদের দেশে দুই স্ট্রোক ইঞ্জিন ব্যবহার নিষিদ্ধ করার জন্য উদ্যোগ গ্রহণ করা হয় এবং তখন থেকে সি.এন.জি ফুয়েল চালিত ছোট ছোট মোটরযান ব্যবহারের অধিক প্রচলন দেখা যায়।

৭.২ শুধু পেট্রোল ইঞ্জিনে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল ব্যবহারের কারণ

সি.এন.জি, অকটেন ও গ্যাসোলিন ফুয়েলকে হাই-এভিয়েশন ফুয়েল বলে। এই ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট খুবই কম যার মান ৩৫° ফারেনহাইট থেকে ৪০° ফারেনহাইট। এই সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় এ ফুয়েল বাষ্পীয় অবস্থা ধারণ করে। উল্লেখ্য যে, পেট্রোল ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত ৭ : ১ থেকে ১০ : ১ এবং ডিজেল ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত ১৬ : ১ থেকে ২২ : ১। এজন্য এ ফুয়েলকে ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহার করা হয় না।

তিনচক্রবিশিষ্ট যান, ট্যাক্সিক্যাব, উড়োজাহাজ, ঘাসকাটা মেশিন, মোটর সাইকেল প্রভৃতিতে হাই-এভিয়েশন ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। ফলে এসব যানসমূহে সি.এন.জি. ব্যবহৃত হয়। তবে উড়োজাহাজে পেট্রোল বা অকটেন এবং দুই চক্র, তিন চক্র ও চার চক্রবিশিষ্ট মোটরযানে সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এ যানগুলো হালকা এবং দ্রুত গতিসম্পন্ন হয়

বলে এতে সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। ছোট ছোট যানবাহন ও ভাড়ায় চলা যানে কম মূল্যের সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহার করলে সাধারণ ও আপামর জনসাধারণের জন্যও সুবিধা হয়। কারণ সি.এন.জি চালিত যানবাহন বা ছোট ছোট পেট্রোল যান কম ফুয়েলে চলতে পারে এবং এই ফুয়েলের দামও তুলনামূলকভাবে কম।

সি.এন.জি ফুয়েল একটি নির্দিষ্ট চাপে আধারে অবস্থান করে। আধারে এই ফুয়েল অধিক পরিমাণে বহন করা যায় না এবং দূরপাল্লার যানবাহনে এই ফুয়েল নিরাপদও নয়। সে কারণে ঢাকা শহর বা দেশের বড় বড় শহরে সি.এন.জি চালিত পেট্রোল ইঞ্জিনের প্রচলন দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে।

৭.৩ রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of CNG fuel)

রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নরূপ :

১। সুবিধা

(১) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েলের অকটেন রেটিং বেশি। যেমন—বিউটেন ও প্রোপেনের অকটেন রেটিং প্রায় ৯৩% থেকে ১০০%।

(২) এ ফুয়েল উচ্চ উদ্বায়ী বলে এটি দ্রুত বাষ্পীভূত হতে পারে।

(৩) এটি বাতাসের সাথে সহজে মিশ্রিত হয়ে যেকোনো অনুপাতে মিশ্রণ তৈরি করতে পারে।

(৪) এটি দহন শেষে কার্বন জমা করে না, ফলে সি.এন.জি ফুয়েল পদ্ধতি পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন থাকে এবং স্পার্ক প্লাগে কোনো কার্বন জমা হয়ে যানের গতিবেগের কোনো তারতম্য ঘটায় না।

(৫) এ ফুয়েল এল.পি.জি এর মতো মোবিল বা পিচ্ছিলকরণ তেলের সাথে মিশে ব্লো-বাই ঘটায় না।

(৬) এ ফুয়েল খুব হালকা এবং ছোট ছোট পেট্রোল ইঞ্জিনের উপযুক্ত ফুয়েল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়।

(৭) ২৫০ লিটার এল.পি.জি এবং সি.এন.জি ফুয়েলকে ১ লিটার তরল ফুয়েলে রূপান্তরিত করা যায়।

(৮) সি.এন.জি ফুয়েল এল.পি.জি অথবা অন্যান্য ফুয়েল অপেক্ষা দামে সস্তা। তাই প্রতি কিলোমিটারে এ ফুয়েলের খরচ কম হয়।

(৯) এ ফুয়েল ব্যবহারে ইঞ্জিনের কার্যকাল বৃদ্ধি পায়।

(১০) সি.এন.জি ফুয়েলের বাতাসের সাথে পরিপূর্ণভাবে দহন ঘটে বলে এটি দ্বারা পরিবেশের বায়ু দূষণ ঘটে না।

(১১) এ ফুয়েল ধোঁয়াহীনভাবে প্রজ্জ্বলিত হয়। ফলে এটি দ্বারা যাত্রী সাধারণ ও অন্য লোকজনের চোখ জ্বলে না।

(১২) ছোট ও হালকা যানবাহনের পেট্রোল ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে এটি অধিক উপযুক্ত।

(১৩) এ ফুয়েল একটি নির্দিষ্ট চাপে থাকে বলে এটি সরবরাহে আলাদা পাম্পের প্রয়োজন হয় না।

২। অসুবিধা

(১) সি.এন.জি ফুয়েল সংরক্ষণ করার জন্য চাপযুক্ত আধারের প্রয়োজন হয় এবং আধারে এই ফুয়েল জমা বা ভর্তি করার জন্য বিশেষ ব্যবস্থার প্রয়োজন হয়।

(২) সি.এন.জি ব্যবহারের জন্য ইঞ্জিনের ফুয়েল পদ্ধতি বিশেষভাবে ডিজাইন করে প্রস্তুত করা হয়।

(৩) ব্যাপকভাবে সি.এন.জি উৎপাদন বেশ কঠিন ব্যাপার। তাই সব পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য এই ফুয়েলের উপর নির্ভর করা যায় না।

(৪) সি.এন.জি মজুদ ও স্থানান্তর করা ব্যয়সাপেক্ষ।

(৫) হালকা পেট্রোল ইঞ্জিন ছাড়া ভারি পেট্রোল ইঞ্জিনে এটি ব্যবহৃত হয় না।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। সি.এন.জি কি?

উত্তর : সি.এন.জি বলতে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাসকে বোঝায়।

২। গ্যাসীয় ফুয়েলের কয়টি অবস্থা থাকে?

উত্তর : গ্যাসীয় বা বায়বীয় ফুয়েলের প্রধান তিনটি অবস্থা দৃষ্ট হয়, যেমন— (ক) প্রাকৃতিক গ্যাস, (খ) রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস এবং (গ) তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস।

৩। সি.এন.জি ফুয়েল কি অবস্থায় থাকে?

উত্তর : সি.এন.জি ফুয়েল গ্যাসীয় বা বায়বীয় ফুয়েল অপেক্ষা অধিক চাপে ও গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে।

৪। সি.এন.জি ফুয়েল সাধারণত কোন ধরনের ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : সি.এন.জি ফুয়েল ছোট এবং হালকা পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়।

৫। সাধারণত পেট্রোল ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত কত?

উত্তর : সাধারণত পেট্রোল ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত ৭ : ১ থেকে ১০ : ১।

৬। কোন কোন যানবাহনে সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : সাধারণত মোটর সাইকেল, তিনচক্র ও চারচক্র বিশিষ্ট পেট্রোল ইঞ্জিনবিশিষ্ট মোটরযানে সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।

৭। সি.এন.জি ফুয়েলের অকটেন রেটিং কত?

উত্তর : সি.এন.জি ফুয়েলের অকটেন রেটিং সাধারণত ৯৩% থেকে ১০০%।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল কি? সাধারণত গ্যাসীয় ফুয়েলের কয়টি অবস্থা থাকে লিখ।

উত্তর : ৭.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। শুধু পেট্রোল ইঞ্জিনে রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল ব্যবহারের কারণ কি?

উত্তর : ৭.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। সি.এন.জি ফুয়েলের সুবিধা কি কি লিখ।

উত্তর : ৭.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। সি.এন.জি ফুয়েলের অসুবিধা কি কি লিখ।

উত্তর : ৭.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল কি? এটি শুধু পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয় কেন?

২। রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

৩। টীকা লিখ :

(ক) সি.এন.জি ব্যবহৃত মোটরযান,

(খ) শুধু পেট্রোল ইঞ্জিনে সি.এন.জি ফুয়েল ব্যবহারের কারণ,

(গ) সি.এন.জি ফুয়েলের সুবিধা,

(ঘ) সি.এন.জি ফুয়েলের অসুবিধা।

অষ্টম অধ্যায়

অপরিশোধিত তেল

৮.১ ভূমিকা

ভূগর্ভস্থ খনি থেকে এ তেল পাওয়া যায় বলে একে 'খনিজ তেল'ও বলে। তেলখনি থেকে সরাসরি উত্তোলনকৃত তেলকে অপরিশোধিত তেল বলে।

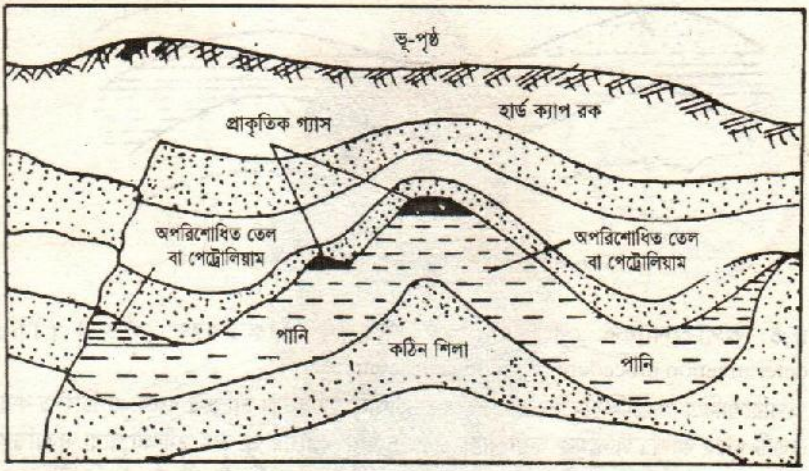
অপরিশোধিত তেল এক প্রকার বিশেষ ধরনের আঠালো পদার্থ। এটি নানাবর্ণের হতে পারে, যেমন বাদামি (straw), সবুজ (green), কালো (black) ও হলুদ (yellow)। আবার কখনও এটিকে পানির মতো বর্ণহীন দেখায়। স্নেহজাতীয় পদার্থের নির্যাস থেকে তেল উৎপন্ন হয় এবং উপাদানের তারতম্যভেদে খনিতে এই তেল বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। অপরিশোধিত তেলের আপেক্ষিক গুরুত্বের উপর নির্ভর করে তেলের উৎকৃষ্টতা বা নিকৃষ্টতা। অপরিশোধিত তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব পানির চেয়ে কম, যার মান সাধারণত ০.৭০ হতে ০.৯৯। এই তেলের স্ফুটনাংক বেশ কম অর্থাৎ ২৫° সেলসিয়াস থেকে ৩০° সেলসিয়াস। স্ফুটনাংকে পৌঁছানোর পূর্বেই তেল থেকে এটির উপাদানের বিয়োজন শুরু হয়।

মূলত অপরিশোধিত তেল হলো হাইড্রোজেন ও কার্বনের অণু-পরমাণুর সমন্বয়ে গঠিত ফুয়েল। এতে কার্বনের পরিমাণ ৮৩% থেকে ৮৭% এবং হাইড্রোজেনের পরিমাণ থাকে ১১% থেকে ১৪%। তদুপরি এটির সাথে নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, সালফার প্রভৃতির পরিমাণ ০ থেকে ৫%। কিছু অপরিশোধিত তেলে ধাতব পদার্থের সামান্য মিশ্রণ দেখা যায়, যেমন—ভ্যানাডিয়াম, লৌহ, নিকেল এবং সপবিষ ইত্যাদি। কোনো কোনো অপরিশোধিত তেলে ৩০% থেকে ৪০% সুগন্ধি থাকে, যেমন—ক্যালিফোর্নিয়ার তেলে এই ধরনের উপাদান দেখা যায়।

কিন্তু সব অপরিশোধিত তেলেই ন্যাফথা থাকে। তেলে সাধারণত পানি থাকে না। তবে সহজাত উপাদান হিসেবে কিছু পানি তেলের সাথে মিশ্রিত থাকে, যদিও তেল ও পানিতে এক হয়ে মিশে যায় না। তেলের সাথে পানির এই মিশে থাকাকে ইমালশান (emulsion) বলে। ৮.১ চিত্রে ভূগর্ভে অপরিশোধিত তেল বা পেট্রোলিয়ামের অবস্থান দেখানো হয়েছে। মূলত ভূগর্ভের উপরের দিকে সাধারণত গরম মাটি, তার নিচে শিলা বা শক্ত মাটি (hard cap block) এবং তারও নিচে অপরিশোধিত তেলের খনি থাকে। এই খনির উপরের দিকে প্রাকৃতিক গ্যাস থাকে, যেহেতু গ্যাস সবচেয়ে হালকা। তার নিচে অপরিশোধিত তেল বা পেট্রোলিয়াম থাকে, যেহেতু পেট্রোলিয়াম গ্যাসের চেয়ে ভারি এবং সবচেয়ে নিচে পানি থাকে। ক্ষেত্র বিশেষে কঠিন শিলার নিচেও অপরিশোধিত তেল বা পেট্রোলিয়াম থাকতে পারে।

৮.২ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের উৎপত্তি (The origin of crude petroleum)

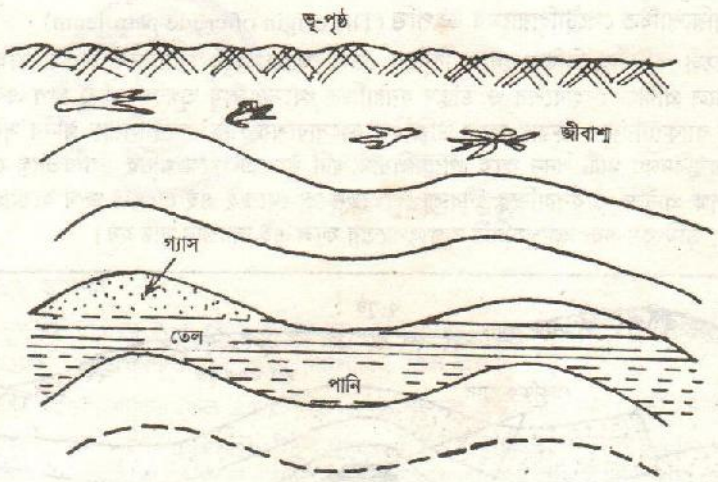
খনিজ তেল পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন তেল ক্ষেত্রে প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। প্রাচীনকালে প্রাণীজ দেহাবশেষ ও উদ্ভিদ বনরাজির ধ্বংসাবশেষ ভূগর্ভে প্রচণ্ড চাপ এবং দীর্ঘসময় ব্যাকটেরিয়ার ক্রিয়ার ফলে উল্লিখিত ধ্বংসাবশেষ পচে পেট্রোলিয়াম খনির সৃষ্টি হয়। ভূতত্ত্ববিদগণ মাটি খনন করে পেট্রোলিয়াম খনি খুঁজতে গিয়ে খনির উপরিভাগে যে হাজার লক্ষ প্রাণীজ ও বনরাজির জীবাশ্ম দেখেছেন তা থেকেই এই ধারণার জন্ম হয়েছে। ভূকম্পন, ভূমিধ্বস এবং আগ্নেয়গিরি অগ্ন্যুৎপাতের ফলে এই অবস্থার সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৮.১ : ভূগর্ভে অপরিশোধিত তেল বা পেট্রোলিয়ামের অবস্থান।

তেল খনি আবিষ্কারের পূর্বে ভূতত্ত্ববিদগণ লক্ষ্য করেছেন যে অন্ধকার রাতে কোনো এলাকায় মাটি ফেটে আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাত ঘটেছে, আবার কোনো এলাকায় মাটি ছিদ্র হয়ে প্রাকৃতিক গ্যাস অথবা পেট্রোলিয়াম বের হচ্ছে। ভূতত্ত্ববিদগণ সেভাবে পরীক্ষা-নিরীক্ষা শেষে কূপ খনন করে সেখানে পেট্রোলিয়াম খনির সন্ধান পেয়েছেন। ৮.২ চিত্রে ভূগর্ভে জীবাশ্ম, গ্যাস, তেল ও পানির অবস্থান দেখানো হয়েছে। এভাবেই বিশ্বের বিভিন্ন এলাকায় হাজার হাজার তেল ক্ষেত্র আবিষ্কৃত হয়েছে এবং মানব সভ্যতাকে উন্নত থেকে উন্নততর করেছে।

পেট্রোলিয়াম খনি থেকে প্রাপ্ত অপরিশোধিত তেলকে শোধনাগারে (refinery) শোধন করে প্রচুর উপজাত (derivatives) দ্রব্য পাওয়া যায় যা গ্যাসোলিন গ্রুপের অন্তর্ভুক্ত। এসব ফুয়েল ও উপজাত দ্রব্যের মধ্যে প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোল, ডিজেল, কেরোসিন, বেঞ্জিন প্রভৃতি অন্তর্দাহ ও বহির্দাহ ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন গবেষণার মাধ্যমে দেখা গেছে যে, তেলাধারগুলোতে অপরিশোধিত তেল সঞ্চিত থাকে। লবণাক্ত পানির উপরে ও কঠিন শিলাস্তরে এই তেল আটকা পড়ে। পাললিক শিলার ফাঁকা জায়গায় সচ্ছিদ্র স্তরের গ্যাসের নিচে অপরিশোধিত তেল (crude oil) থাকার সম্ভাবনা থাকে।



চিত্র ৮.২ : ভূগর্ভে জীবাশ্ম, গ্যাস, তেল ও পানির অবস্থান।

৮.৩ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া (The determination procedure of crude petroleum reserve)

অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম সংরক্ষণের খনি কোথায় আছে, তা নিশ্চিত হওয়া ও চিহ্নিত করা একটি দুরূহ কাজ। প্রাথমিক ফটোগ্রাফি এবং ভূতত্ত্ববিদগণের ভূ-স্তর সমীক্ষা দ্বারা ভূতাত্ত্বিক গঠন সম্পর্কে তথ্য জানা যায়। একাজে কতকগুলি সিসমোগ্রাফ, গ্রাভিটিমিটার, ম্যাগনেটোমিটার এবং কোর ড্রিল দ্বারা মোটামুটিভাবে তৈলখনির অবস্থান নিশ্চিত করা হয়। ইলেকট্রনিক বিশ্লেষণ ডাটা দ্বারা আরও নিশ্চিত হয়ে ব্যয়বহুল পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে খনন কার্য করা হয়। সুতরাং যে সমীক্ষা ও পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিত করা হয়, তাকে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া বলে।

সঠিকভাবে তেল প্রাপ্তি নিশ্চিত না হয়ে কূপগুলো খনন করা হলে তাকে 'ওয়াইল্ড ক্যাট' (wild cat) বলে। সমীক্ষার তথ্যানুযায়ী দেখা যায় নয়টি ওয়াইল্ড ক্যাট এর মধ্যে আটটিই শুকনা পাওয়া যায়। এভাবে প্রাপ্ত গ্যাস, তেল অথবা কনডেনসেটের ক্ষেত্রে মোট খরচের হার বেশি হতে থাকে এবং সমীক্ষার মূল্য বাড়িয়ে দেয়। এই খরচ পরবর্তীতে তেলের মূল্যের উপর গিয়ে বর্তায়। প্রায় ১৩০০ হতে ১৬০০ মিটার গড় গভীরতায় পরীক্ষাধীন কূপগুলো খনন করা হয়।

তেল কূপগুলো খুব ছোট অথবা বড় এলাকা জুড়ে থাকতে পারে। ৪৪টি ওয়াইল্ড ক্যাট এর মধ্যে একটি ১ মিলিয়ন ব্যারেল এবং ৯৯৯টি কূপের মধ্যে একটি ৫০ মিলিয়ন ব্যারেল উৎপাদন সম্পন্ন তেল কূপ পাওয়া যায়। যখন কোনো খনি থেকে তেল উঠানো

অর্থনৈতিকভাবে লাভজনক হয় না, তখন সেই তেল খনিকে 'স্ট্রিপার' বলে। তবে এই অবস্থায় শতকরা ৩০ থেকে ৪০ ভাগ তেল পানির বন্যা সৃষ্টি করে উত্তোলন করা সম্ভব হয়। তেলের খনি স্বল্প পরিসর এলাকা জুড়ে অথবা বিস্তর এলাকা নিয়ে গঠিত হতে পারে। তেল ক্ষেত্র আবিষ্কারের পর তেলক্ষেত্র থেকে প্রচুর পরিমাণে তেল উত্তোলনের জন্য যে কূপ খনন করা হয় তাকে 'উন্নয়ন কূপ' বলে। ৮.৩ চিত্রে পেট্রোলিয়াম খনি পরীক্ষার সময় অথবা উন্নয়ন কূপ থেকে তেল বের হওয়ার দৃশ্য দেখানো হয়েছে। তেল ক্ষেত্রের সীমানা নির্ণয়ের জন্য যেসব কূপ খনন করা হয় সেগুলোকে 'উচ্চ পদক্ষেপ কূপ' বলে।

চিত্র ৮.৩ : পেট্রোলিয়াম খনি পরীক্ষার সময় খনি থেকে প্রথমে তেল বের হওয়ার দৃশ্য।

৯টি ওয়াইল্ড ক্যাট এর মধ্যে যদি ৮টিতে তেল পাওয়া না যায়, তাহলে সেসব তেল খনি হতে বাণিজ্যিকভাবে তেল উত্তোলন করা হয় না। পরবর্তীতে কাছাকাছি আরও তেল খনি আবিষ্কার হলে পূর্বের এবং পরবর্তীতে প্রাপ্ত খনি থেকে তেল উত্তোলন করা সম্ভব। কোনো কোনো তেল ক্ষেত্রে ঘনীভূত আকারে তেল পাওয়া যায়।

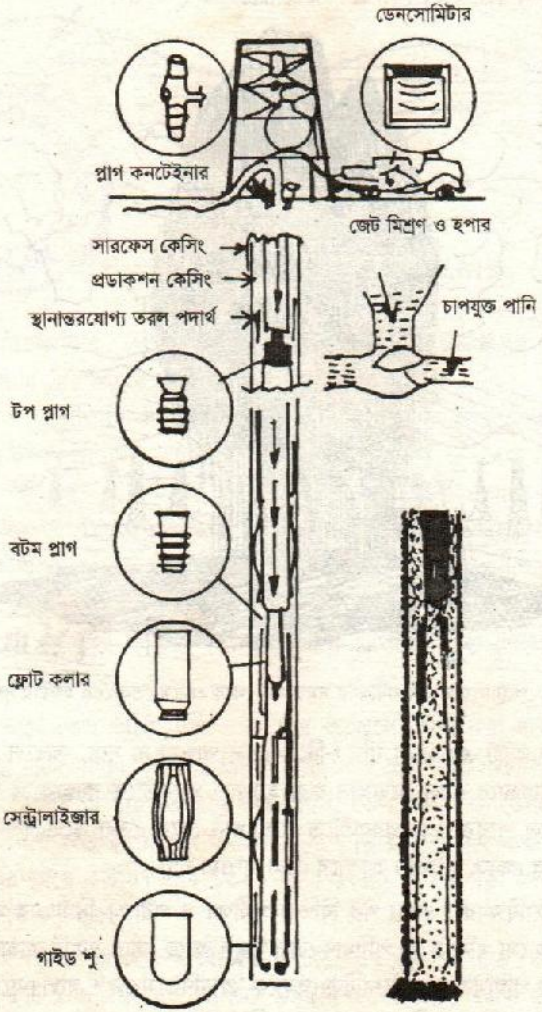
তেল ক্ষেত্র আবিষ্কার হওয়ার পর বিভিন্ন সমীক্ষা ও পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে এবং নমুনা জরিপের সাহায্যে খনিতে কি পরিমাণ তেল মজুদ আছে, তার একটি কাছাকাছি হিসাব বের করা যায়। এই পরিমিত অপরিশোধিত তেলকে 'প্রমাণিত মওজুদ' বলে। বৃটেন ও সৌদি আরবে এই ধরনের অনেক প্রমাণিত মজুদ তেল খনি রয়েছে।

৮.৪ কূপ খনন প্রক্রিয়া (The procedure of well drilling)

অপরিশোধিত তেল প্রাপ্তি নিশ্চিত হলে এবং বাণিজ্যিক দিক হতে লাভজনক প্রমাণিত হলে কূপ খননের মাধ্যমে খনি হতে তেল উত্তোলনের প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা নেয়া হয়।

(ক) এ কাজের জন্য প্রথমে সুনির্দিষ্ট স্থানে ভার উত্তোলন যন্ত্র (মাস্তুল) স্থাপন করা হয়।

(খ) তারপর খনন কাজের প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি স্থাপন করা হয় এবং বিদ্যুৎ লাইন স্থাপনের ব্যবস্থা নেয়া হয়।



চিত্র ৮.৪ : সমুদ্র উপকূলে তেলের কূপ খননের জন্য ড্রিলিং রিগ স্থাপনের দৃশ্য।

সমুদ্র উপকূলে কূপ খননের সময় ইস্পাতের পাটাতন বা বার্জ ব্যবহার করা হয়। এরপর পাটাতনের উপর ভার উত্তোলন যন্ত্রপাতি স্থাপন করা হয়।

কূপ খনন দুটি প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয় যেমন—

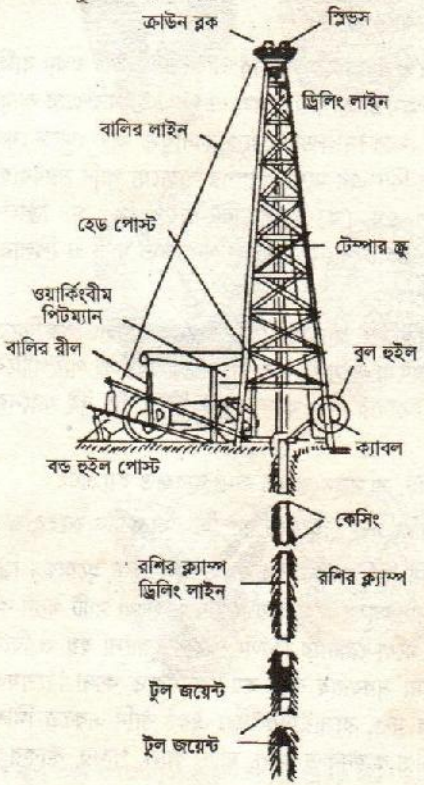
(১) ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতি এবং

(২) রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি।

ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতিতে এই যন্ত্র দ্বারা উপর নিচে আঘাত করে ড্রিলিং কার্যসম্পাদন করা হয়। এই পদ্ধতি ধীর গতিসম্পন্ন।

অপরদিকে রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতিতে ড্রিলিং রিগ এর সাহায্যে দ্রুত ঘূর্ণায়মান কাটারের সাহায্যে রোটারি ড্রিলিং কার্যসম্পাদন করা হয়। যদি তেলাধার থেকে স্বাভাবিক চাপে তেল উপরে না আসে, তবে সেই কূপে পাম্পের সাহায্যে পানি প্রবেশ করিয়ে তেল বের করে আনা হয়। এই প্রক্রিয়াকে ওয়াটার ফ্লাডিং বলে।

৮.৪ চিত্রে সমুদ্র উপকূলে ড্রিলিং রিগ বসানোর দৃশ্য দেখানো হয়েছে। উভয় ড্রিলিং পদ্ধতিতেই বড় আকারের মাস্তুল ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৮.৫ : ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতির সরঞ্জাম।

(১) ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতি : ছোট ছোট খনন কাজের জন্য, বহুতলবিশিষ্ট দালান নির্মাণের জন্য, ভূগর্ভে ৪০ফুট থেকে ৫০ ফুট নিচু পর্যন্ত কংক্রিট নির্মিত স্তম্ভ স্থাপন করার জন্য, অগভীর নলকূপ এবং গভীর নলকূপ স্থাপন কাজের জন্য ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে খনন কার্য সম্পাদনের জন্য একটি ভারি সিলিন্ডার আকৃতির বিট (heavy cylindrical bit) ব্যবহৃত হয়। ৮.৫ চিত্রে এই ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতির সরঞ্জাম দেখানো হয়েছে।

এই ধরনের সিলিন্ডার আকৃতির ড্রিলিং বিট এর সম্মুখপ্রান্ত ধারালো যা পাথর, বালি, ইঁট, কাঁকর, হাড় ইত্যাদি কেটে খনন কার্য সম্পাদন করা যেতে পারে। এই বিটের শেষ প্রান্তে একটি শক্ত ও মোটা লৌহদণ্ড লাগানো থাকে। এই লৌহদণ্ডের সাথে ক্যাবলের এক প্রান্ত সংযুক্ত থাকে এবং অপর প্রান্ত কপিকলের সাহায্যে মাস্তুলের সর্বোচ্চ প্রান্তে সংযুক্ত থাকে। মাস্তুলের ক্যাবলটি একটি বৈদ্যুতিক মটর চালিত বিশেষ ধরনের ড্রিলিং যন্ত্রের সাথে সংযুক্ত থাকে। এই বৈদ্যুতিক মটরের সাহায্যে বিটকে উপরে তোলা ও পরে নিচে ছেড়ে দেয়া হয়। কপিকলের সাহায্যে আবার এটিকে টেনে তোলা হয় এবং ছেড়ে দেয়া হয়। এভাবে এই খনন কার্য শেষ পর্যন্ত চলতে থাকে।

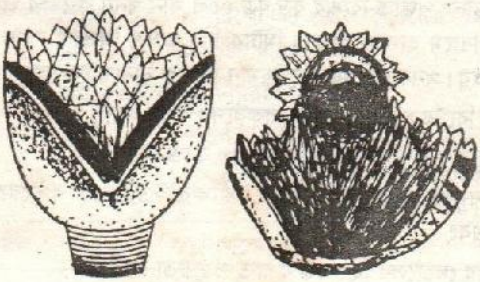
এভাবে খনন করতে করতে সিলিন্ডার আকৃতির বিটটি যখন বালি, কাদা, মাটি, পাথর দ্বারা পূর্ণ হয় এবং কার্যক্ষমতা হারিয়ে ফেলে, তখন এই সিলিন্ডার আকৃতির বিটকে ভূপৃষ্ঠের উপরে শক্ত স্থানে ধাক্কা মেরে সিলিন্ডার থেকে কাদাযুক্ত মাটি ঝেড়ে ফেলা হয়। খনন কাজের সুবিধার জন্য সিলিন্ডার বিট–এর মধ্যে পাম্পের সাহায্যে পানি সরবরাহ করা হয়। ৮.৬ চিত্রে (ক) ড্রিলিং বিট টাইপ–এম, (খ) ড্রিলিং বিট টাইপ–সি, (গ) ড্রিলিং বিট টাইপ–টি এবং (ঘ) ড্রিলিং বিট টাইপ–কে দেখানো হয়েছে। খননকৃত মাটি ও শিলার প্রকৃতি অনুযায়ী এই ড্রিলিং বিট ব্যবহৃত হয়।

(২) রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি : এ ধরনের ড্রিলিং পদ্ধতিতে ড্রিলিং বিট পাইপ বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে সংযুক্ত করা থাকে এবং ড্রিলিং পাইপটিকে বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে ঘুরানো হয়। তেলের কূপ খনন কাজে নিম্নবর্ণিত দুই ধরনের ড্রিলিং বিট ব্যবহৃত হয়, যেমন—

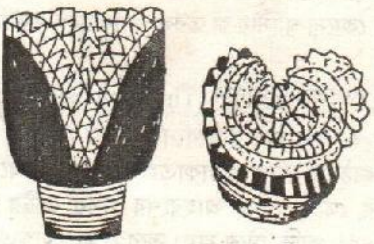
(ক) স্পাইরাল বিট, যা নরম স্তরের জন্য ব্যবহৃত হয় এবং

(খ) রোলার বিয়ারিং যুক্ত ট্রাইকোন রক বিট, যা কঠিন স্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়।

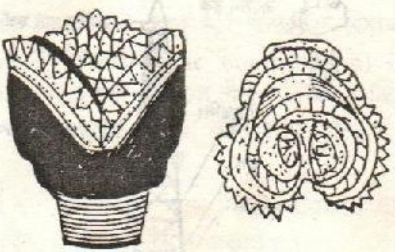
৮.৭ চিত্রে রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতির যন্ত্রাংশ দেখানো হয়েছে। ড্রিলিং পাইপকে বিশেষ ধরনের বৈদ্যুতিক মটরের সাহায্যে ঘুরিয়ে বিটের সাহায্যে মাটি খনন করা হয়। খনন কাজের জন্য ড্রিলিং পাইপের মধ্যে রোটারি ড্রিলিং পাইপ ঘুরানো হয় ও বিটের চারপাশে পাম্পের সাহায্যে খননকৃত কাদা সরবরাহ করা হয়। খননকৃত কাদা বিশেষভাবে তৈরি করা হয়। যেমন—বিশেষ কাদার মণ্ড, রাসায়নিক দ্রব্য এবং পানি একত্রে মিশিয়ে এই বিশেষ কাদা তৈরি করা হয়। বিট দ্বারা কর্তনকৃত কাদা, মাটি, বালি, পাথর, কাঁকর প্রভৃতি পাইপের পিছন দিক দিয়ে আংটির মতো গোলাকারভাবে বেরিয়ে আসে।



টাইপ-এম



টাইপ-সি



টাইপ-টি

টাইপ-কে

চিত্র ৮.৬ : তেল খনির কূপ খনন কাজে ব্যবহৃত চার ধরনের ড্রিলিং বিট (ক) টাইপ–এম, (খ) টাইপ সি, (গ) টাইপ–টি এবং (ঘ) টাইপ–কে।

রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি বিশ্বের বড় বড় তেল খনি খনন কাজের জন্য অত্যধিক জনপ্রিয়। এই পদ্ধতির মাধ্যমে হাজার হাজার মিটার নিচু পর্যন্ত অত্যন্ত সফলতার সাথে খনন কার্য চালানো সম্ভব হয়। খননকৃত কাদা ঘূর্ণায়মান বিটকে নানাভাবে সহায়তা করে থাকে, যেমন—

(অ) এটি বিটের চতুর্দিকে পিচ্ছিলকরণের কাজ করে,

(আ) বিটের চতুর্দিকে এটি শীতলীকরণ কাজ করে,

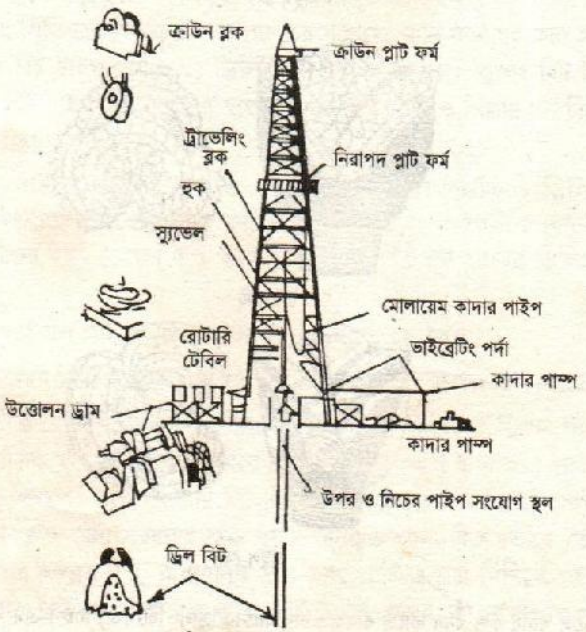
(ই) কর্তনকৃত মাটি, বালি, কাদা, কাঁকর ইত্যাদিকে বাইরের দিকে বেরিয়ে যেতে সহায়তা করে এবং

(ঈ) কূপের দেয়ালের ছিদ্র বন্ধ করতে সহায়তা করে।

তেলের কূপ খননের গভীরতা বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে কূপের মধ্যে ইস্পাতের পাইপ প্রবেশ করিয়ে দিতে হয়। এতে কূপের মধ্যে পানি প্রবেশ বন্ধ হয়, কূপের কিনারা ভাঙ্গা থেকে রক্ষা পায় এবং অন্য কোনো গ্যাসীয় বা তরল পদার্থ ঢুকে পড়তে পারে না।

৮.৫ অপরিশোধিত তেলের উপাদান (The composition of crude oil)

অপরিশোধিত তেল অসংখ্য হাইড্রোকার্বনের একটি যৌগিক মিশ্রণ। এতে হালকা গ্যাসের সাধারণ রাসায়নিক কাঠামো থেকে আলকাতরা ও মোম এর মতো জটিল রাসায়নিক কাঠামো থাকে। ভূ-অভ্যন্তর থেকে তেল আহরণের সময় এটির মধ্যে সালফার, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, বালি এবং পানি মিশে যায়। তবে তেল খনির এলাকার পার্থক্য অনুযায়ী এতে



চিত্র ৮.৭ : রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতির যন্ত্রাংশ।

উপাদানের হারেরও তারতম্য ঘটতে দেখা যায় এবং উপাদানের একটির শতকরা হার কমলে অন্যটির বাড়তি হার পরিলক্ষিত হয়। অপরিশোধিত তেলে কার্বনের পরিমাণ ৮৩% থেকে ৮৭% এবং হাইড্রোজেনের পরিমাণ ১১% থেকে ১৪% থাকে।

অপরিশোধিত তেলে উপস্থিত উপাদান নিম্নরূপ :

ক্রমিক নং	উপাদানের নাম	শতকরা হার	মন্তব্য
১.	কার্বন	৮৩% থেকে ৮৭%	এলাকার পার্থক্যভেদে এই হার কম-বেশি হয়।
২.	হাইড্রোজেন	১১% থেকে ১৪%	– ঐ –
৩.	সালফার, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, বালি এবং পানি	০% থেকে ৫%	– ঐ –

কিছু কিছু অপরিশোধিত তেলে ধাতব পদার্থের সামান্য মিশ্রণ দেখা যায়। যেমন—

(ক) ভ্যানাডিয়াম,

(খ) লৌহ,

(গ) নিকেল এবং

(ঘ) সর্পবিষ।

কিছু কিছু অপরিশোধিত তেলে ৩০% থেকে ৪০% প্যারাফিন বিদ্যমান। আবার কোনো কোনো তেলে কিছু পরিমাণ সুগন্ধি (aromatic composition) বিদ্যমান। যেমন—ক্যালিফোর্নিয়ায় কিছু তেলের খনিতে তেলের মধ্যে কিছু পরিমাণ সুগন্ধি পাওয়া যায়। তবে সব অপরিশোধিত তেলেই ন্যাফথা থাকে। তেলে পানি থাকে সহজাত অথবা মিশ্রিত দ্রব্য হিসেবে।

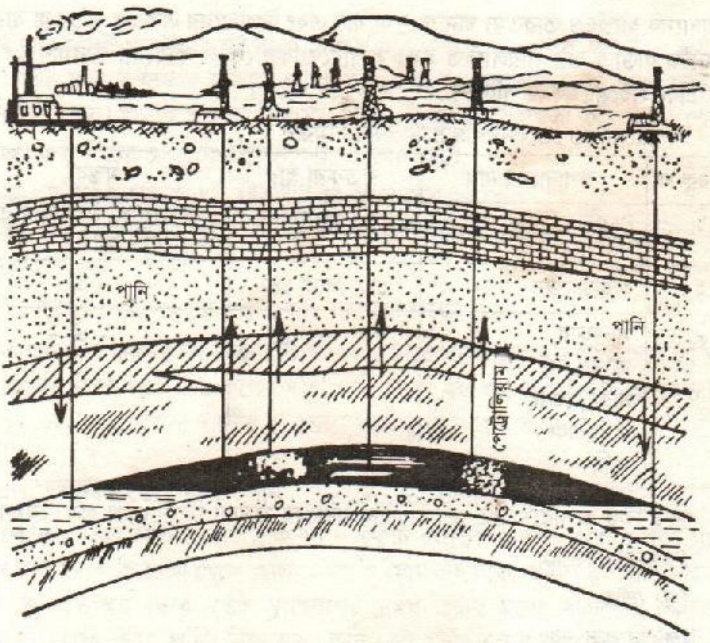
প্রাকৃতিকভাবে অপরিশোধিত তেলের সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণে অনেক হাইড্রোকার্বন বিদ্যমান, যেমন—ইথেন, মিথেন, প্রোপেন, বিউটেন প্রভৃতি।

৮.৬ অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন (The production of crude oil)

তেল অনুসন্ধানকালে খনন প্রক্রিয়া যখন তেল ক্ষেত্রে পৌঁছে তখন চাপবিশিষ্ট তেল পাইপের মধ্য দিয়ে ছিটকে উপরের দিকে বেরিয়ে আসতে থাকে এবং পরে পাম্প দিয়ে টেনে এই তেল উত্তোলন করা হয়। এই প্রক্রিয়াকে অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন বলে। ৮.৮ চিত্রে তেলের কূপ থেকে অপরিশোধিত তেল উত্তোলন বা উৎপাদন প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। তেল উত্তোলনের জন্য কৃত্রিম চাপ নিম্নবর্ণিত দুভাবে সৃষ্টি করা হয়। যেমন—

(ক) পাম্পের সাহায্যে কূপে গ্যাস সরবরাহ করে এবং

(খ) পাম্পের সাহায্যে কূপে পানি সরবরাহ করে।



চিত্র ৮.৮ : তেলের কূপ থেকে অপরিশোধিত তেল উত্তোলন।

এটি ছাড়া বহুস্তরবিশিষ্ট গভীর নলকূপ অথবা টারবাইন পাম্প দ্বারা কূপ থেকে অবিরাম ও নিয়ন্ত্রিতভাবে তেল উত্তোলন করা হয়। একাধিক কূপ খননের মাধ্যমে একই খনি হতে প্রতিদিন হাজার লক্ষ ব্যারেল তেল উত্তোলন বা উৎপাদন করা সম্ভব।

খনি থেকে অপরিশোধিত তেল উঠানোর পরপরই পৃথককরণ যন্ত্রের মাধ্যমে গ্যাস ও তেল পৃথক করা হয়। এই তেল আবার বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে শোধন করে এটি থেকে প্রায় ১০৮ প্রকার রাসায়নিক দ্রব্য আলাদা করা হয়।

৮.৭ অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের শ্রেণীবিভাগ (The classification of crude petroleum)

পেট্রোলিয়াম খনি থেকে যে তেল আহরিত হয়, তাকে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম বলে। এই তেলের শ্রেণীবিভাগ নিম্নরূপ—

১। উৎপত্তি স্থল বিবেচনা করে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামকে চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) পূর্ব ভূ-মধ্যসাগরীয় বেসিন তেল : আরব দেশসমূহ এলাকার তেল।

(খ) ক্যারিবিয়ান বেসিন তেল : আমেরিকা ও পার্শ্ববর্তী এলাকার তেল,

(গ) দূর প্রাচ্য বেসিন তেল : এশিয়া ও অস্ট্রেলিয়া এলাকার তেল এবং

(ঘ) নর্থ পোলার বেসিন তেল : উত্তর মেরু অঞ্চলের তেল।

স্থলভাগ দ্বারা বেষ্টিত সাগরের কাছাকাছি বিশ্বের উপরিউক্ত চারটি অঞ্চলে অপরিশোধিত তেল পাওয়া যায় বলে এ অঞ্চলের নাম অনুসারে প্রাপ্ত তেলের নামকরণ করা হয়।

২। তেলের বেস বা অবশিষ্টাংশ বিবেচনা করে অপরিশোধিত তেলকে তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(অ) প্যারাফিন বেস তেল : এই তেলে ৫০% এর উর্ধ্বে প্যারাফিন ও অ্যাসফাল্ট খুবই কম থাকে।

(আ) অ্যাসফাল্ট বেস তেল : এই তেলে ৫০% এর বেশি অ্যাসফাল্ট বা আলকাতরা থাকে এবং প্যারাফিনের পরিমাণ খুবই কম অথবা মোটেও থাকে না।

(ই) মিশ্রিত বেস তেল : এই তেলে প্যারাফিন ও অ্যাসফাল্ট উভয়ই প্রায় ৫০% বা সমপরিমাণ থাকে।

৩। ১৯৩৫ খ্রিস্টাব্দে যুক্তরাষ্ট্রের ব্যুরো অব মাইনস এর শ্রেণীকরণ এবং এ.পি.আই গ্রাভিটি (A.P.I gravity) অনুসারে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামকে সাতভাগে ভাগ করা হয়। যেমন—

(১) প্যারাফিন বেস,

(২) প্যারাফিন ইন্টারমেডিয়েট বেস,

(৩) ইন্টারমেডিয়েট প্যারাফিন বেস,

(৪) ইন্টারমেডিয়েট বেস,

(৫) ইন্টারমেডিয়েট ন্যাপথেন বেস,

(৬) ন্যাপথেন ইন্টারমেডিয়েট বেস এবং

(৭) ন্যাপথেন বেস।

৮.৮ বিশ্বের বিভিন্ন তেল খনির এলাকা (The region of various oil fields of the world)

বিশ্বের যেসব এলাকায় তেলের খনি রয়েছে তা নিম্নরূপ :

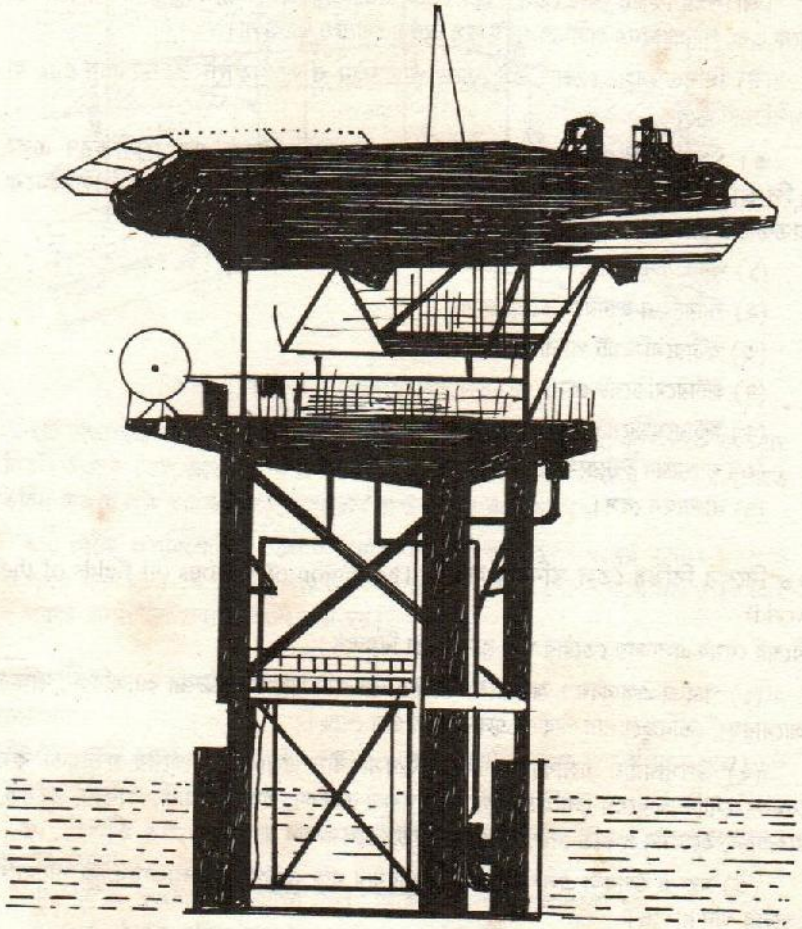
(১) পার্বত্য এলাকায় : অপরিশোধিত তেলের খনি সাধারণত উত্তর আমেরিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভেনিজুয়েলার পার্বত্য এলাকায় পাওয়া গেছে।

(২) উপসাগরীয় এলাকায় : যেসব উপসাগরীয় এলাকায় সাগরের গভীরতা কম যেমন—সৌদি আরবের লোহিত সাগরের উপকূল এলাকা, ইরান, ইরাক, কাতার, কুয়েত, বাহরাইন, ইয়েমেন প্রভৃতি দেশে অপরিশোধিত তেলের খনি রয়েছে।

(৩) মরু ও উপকূল এলাকায় : আলজেরিয়ার মরু ও উপকূল এলাকায় প্রচুর পরিমাণে তেলের খনি রয়েছে।

(৪) সমুদ্র উপকূল ও স্থলভাগে : রাশিয়া, ইন্দোনেশিয়া, মালয়েশিয়া, চীন, বৃটেন, তুরস্ক, পাকিস্তান, ভারত ও বাংলাদেশের উপকূল ও স্থলভাগে তেলের খনি পাওয়া গেছে।

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে বহু তেল খনি রয়েছে এবং সেটি ভবিষ্যতে ব্যবহারের জন্য জমা রাখা হয়েছে, উত্তোলন করছে না। এভাবে বৃটেন ও সৌদি আরবে পরীক্ষিত মজুদ হিসেবে বহু তেল খনি রয়েছে, যা আজও অনাহরিতভাবে আছে। সৌদি আরবের লোহিত সাগর এলাকা জুড়ে এই ধরনের অসংখ্য তেল খনি রয়েছে, যা থেকে অদ্যাবধি তেল আহরণ করা হয়নি। ওপেক (OPEC) ভুক্ত দেশগুলোর মধ্যে ভেনিজুয়েলার রকি ভঙ্গিল পর্বত, আল্‌প্স পর্বতমালা, যুক্তরাষ্ট্র ও হিমালয়ের যে অংশ পূর্ব ও পশ্চিম দিকে মোড় নিয়েছে সেখানে পৃথিবীর বিখ্যাত তেলের কূপগুলো অবস্থিত। পৃথিবীর পাঁচভাগের দুইভাগ খনিজ তেলের খনি ইরাক ও কুয়েতে এবং একভাগ সৌদি আরবে বিদ্যমান। সমাজতান্ত্রিক দেশসমূহের মধ্যে



চিত্র ৮.৯ : আরব উপসাগরে অপরিশোধিত তেল উত্তোলনের দৃশ্য।

প্রধান তেল সরবরাহকারী দেশ হলো রাশিয়া। রাশিয়ার বৈদেশিক মুদ্রা অর্জনের ক্ষেত্রে স্বর্ণের পরেই অপরিশোধিত তেল।

অপরদিকে মধ্যপ্রাচ্যের তেল প্রধান দেশগুলোর প্রধান আমদানিকারক দেশ হলো যুক্তরাষ্ট্র ও জাপান। শিল্প কারখানা সমৃদ্ধ দেশ বিধায় এই দেশ দুটি অধিক তেল আমদানি ও ব্যবহার করে।

৮.৯ বাংলাদেশে অপরিশোধিত তেলের সম্ভাবনা (The possibility of crude oil in Bangladesh)

দেশের পূর্বাঞ্চল এবং অন্য এলাকায় ১৭টিরও অধিক প্রাকৃতিক গ্যাসের খনি আবিষ্কৃত হলেও এদেশে অপরিশোধিত তেলের খনি তেমন উল্লেখযোগ্য হারে পাওয়া যায় নি। তাই প্রতিবছর তরল ফুয়েল বা অপরিশোধিত ফুয়েল এখনো লক্ষ কোটি ডলার বৈদেশিক মুদ্রার বিনিময়ে আমদানি করতে হচ্ছে। বর্তমান সরকার তেলকূপ খনন প্রকল্পের কাজ পূর্বাঞ্চল থেকে সম্প্রসারণ, পশ্চিমাঞ্চল এবং সমুদ্র পাড়ের এলাকাগুলোকে এটির অন্তর্ভুক্ত করেছে।

চট্টগ্রামের সীতাকুণ্ড এলাকায় ১৯৬৪ সাল থেকে ১৯৭৮ সাল পর্যন্ত ৫১টি কূপ খনন করে উল্লেখযোগ্য পরিমাণ অপরিশোধিত তেল সংগ্রহ করা হয়। এগুলোর মধ্যে ২টি সমুদ্র উপকূল এবং ৭টি উপকূল দূরবর্তীতে খননকৃত কূপ। ১৯৭৬ সাল থেকে অদ্যাবধি কিছু বিদেশি তেল কোম্পানি বঙ্গোপসাগরে তেল কূপ খননকালে তেল খনি পেয়েছিল। ১৯৭৭ সালে আমাদের নিজস্ব খননকারী দল বেগমগঞ্জ ও মূলাদিতে খননকালে তেলের সন্ধান পায়। পরীক্ষা করার পর বোঝা যায় যে, এসব সংরক্ষণ আমাদের নিজেদের হাতে। জার্মান, রাশিয়া ও রুমানিয়ার কারিগরি সাহায্যে ৩৫টি কূপ খনন প্রকল্প (পূর্বাঞ্চল ও পশ্চিমাঞ্চল) হাতে নেয়া হয়েছিল এবং এগুলো বাস্তবায়িত হয়েছে। ১৯৯৪–৯৫ অর্থবছরে ২.৫ মিলিয়ন টন পেট্রোলিয়ামের ১.৩৭ মিলিয়ন টন অপরিশোধিত তেল এবং বাকি ১.১৩ মিলিয়ন টন পরিশোধিত তেল।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। অপরিশোধিত তেল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : সরাসরি খনি থেকে প্রাপ্ত খনিজ তেলকে অপরিশোধিত তেল বলে।

২। অপরিশোধিত তেল দেখতে কেমন?

উত্তর : অপরিশোধিত তেল এক প্রকার বিশেষ ধরনের আঠালো পদার্থ যার রং বাদামি, সবুজ, কালো ও হলুদ বর্ণের।

৩। অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম কিভাবে উৎপত্তি হয়?

উত্তর : প্রাচীনকালে প্রাণীজ দেহাবশেষ ও উদ্ভিদ বনরাজির ধ্বংসাবশেষ ভূগর্ভে প্রচণ্ড চাপ ও দীর্ঘ সময় ব্যাকটেরিয়ার ক্রিয়ায় ধ্বংসাবশেষ পচে ক্রমান্বয়ে পেট্রোলিয়াম খনির সৃষ্টি হয়।

৪। পৃথিবীর কোন অংশে অধিক পেট্রোলিয়াম খনি রয়েছে?

উত্তর : পৃথিবীর $\frac{২}{৫}$ ভাগ ইরাক ও কুয়েত এবং $\frac{১}{৫}$ ভাগ পেট্রোলিয়াম খনি সৌদি আরবে রয়েছে।

৫। ভূ-গর্ভে তেলের খনি কিসের মাধ্যমে জানা যায়?

উত্তর : প্রাথমিক ফটোগ্রাফিক ও ভূতত্ত্ববিদগণের ভূ-স্তর সমীক্ষা এবং সিসমোগ্রাফ ও অন্যান্য পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা ভূগর্ভে তেলের খনি চিহ্নিত করা যায়।

৬। ওয়াইল্ড ক্যাট কি?

উত্তর : সঠিকভাবে তেল প্রাপ্ত নিশ্চিত না হয়ে যে কূপগুলো খনন করা হয় তাকে 'ওয়াইল্ড ক্যাট' বলে।

৭। স্ট্রিপার কি?

উত্তর : যখন কোনো খনি থেকে তেল উঠানো অর্থনৈতিক দিক হতে লাভজনক হয় না, তখন সেই তেলখনিকে 'স্ট্রিপার' বলে।

৮। উন্নয়ন কূপ বলতে কি বুঝ?

উত্তর : তেল ক্ষেত্র আবিষ্কারের পর তেল ক্ষেত্র থেকে প্রচুর পরিমাণে তেল উত্তোলনের জন্য যে কূপ খনন করা হয় তাকে 'উন্নয়ন কূপ' বলে।

৯। উচ্চ পদক্ষেপ কূপ কি?

উত্তর : তেল ক্ষেত্রের সীমানা নির্ণয়ের জন্য যেসব কূপ খনন করা হয় সেগুলোকে 'উচ্চ পদক্ষেপ' কূপ বলে।

১০। প্রমাণিত মজুদ বলতে কি বুঝ?

উত্তর : তেল ক্ষেত্র আবিষ্কার ও বিভিন্ন সমীক্ষা, জরিপ ইত্যাদির মাধ্যমে নির্দিষ্ট এলাকায় কি পরিমাণ তেল মজুদ আছে তা চিহ্নিত করা হয়। এই পরিমিত অপরিশোধিত তেলকে 'প্রমাণিত মজুদ' বলে।

১১। ওয়াটার ফ্লাডিং কি?

উত্তর : যদি তেলাধার থেকে স্বাভাবিক চাপে তেল উপরে না আসে, তবে সেই কূপে পাম্পের সাহায্যে পানি প্রবেশ করিয়ে তেল বের করে আনা হয়। এই প্রক্রিয়াকে 'ওয়াটার ফ্লাডিং' বলে।

১২। ক্যাবল ড্রিলিং পদ্ধতি বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ছোট ছোট খনন কাজের জন্য ক্যাবল ড্রিলিং পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এই পদ্ধতিতে খনন কার্য পরিচালনার জন্য একটি ভারি 'সিলিন্ডার আকৃতির বিট' ব্যবহৃত হয়।

১৩। রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি কি?

উত্তর : রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি সারা বিশ্বে বড় বড় তেল খনি খনন কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়। এই ধরনের ড্রিলিং পদ্ধতিতে ড্রিলিং বিট পাইপ অথবা শ্যাফটের সাথে সংযুক্ত।

১৪। অপরিশোধিত তেলের মূল উপাদান কি কি?

উত্তর : অপরিশোধিত তেলের মূল উপাদান হচ্ছে কার্বন, হাইড্রোজেন ও সালফার।

১৫। তেলের বেস বিবেচনা করে এটিকে কয়ভাগে ভাগ করা হয়?

উত্তর : তেলের বেস বিবেচনা করে এটিকে তিনভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) প্যারাফিন বেস তেল, (২) অ্যাসফাল্ট বেস তেল এবং (৩) মিশ্রিত বেস তেল।

১৬। পার্বত্য এলাকায় কোন কোন দেশে তেলের খনি রয়েছে?

উত্তর : উত্তর আমেরিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভেনিজুয়েলা প্রভৃতি দেশের পার্বত্য এলাকায় অসংখ্য তেলের খনি রয়েছে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। অপরিশোধিত তেল বলতে কি বুঝ? এটির প্রকৃতি কেমন?

উত্তর : ৮.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের উৎপত্তি কিভাবে হয়?

উত্তর : ৮.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ৮.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কূপ খনন প্রক্রিয়া কত প্রকার ও কি কি? যে কোনো একটি প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : কূপ খনন প্রক্রিয়াকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতি এবং

(২) রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি।

উত্তর : ৮.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। অপরিশোধিত তেল কি কি উপাদান নিয়ে গঠিত হয়, বর্ণনা কর।

উত্তর : ৮.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ৮.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। অপরিশোধিত তেলের শ্রেণীবিভাগ দেখাও।

উত্তর : ৮.৭ চিত্র দ্রষ্টব্য।

৮। বিশ্বের কোন্ কোন্ এলাকায় তেল খনি রয়েছে, বর্ণনা কর।

উত্তর : ৮.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। বাংলাদেশে অপরিশোধিত তেলের সম্ভাবনা কেমন তা বর্ণনা কর।

উত্তর : ৮.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অপরিশোধিত তেল বলতে কি বুঝ? এই তেলের প্রকৃতি কেমন এবং এটির উৎপত্তি কিভাবে হয়, বর্ণনা কর।

২। অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৩। তেল অনুসন্ধান শেষে এতে কূপ খনন প্রক্রিয়া কি চিত্রসহ এই প্রক্রিয়ার কার্যাবলি লিখ।

৪। অপরিশোধিত তেল কি কি উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত হয় লিখ এবং এই তেলের উত্তোলন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৫। অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের শ্রেণীবিভাগ দেখাও এবং বিশ্বের বিভিন্ন তেল খনি এলাকা উল্লেখ কর।

৬। বাংলাদেশের অপরিশোধিত তেলের সম্ভাবনা ও ব্যবহার সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৭। টীকা লিখ :

(ক) অপরিশোধিত তেল,

(খ) অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের উৎপত্তি,

(গ) অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের সংরক্ষণ চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া,

(ঘ) কূপ খনন প্রক্রিয়া।

৮। সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও (যে কোনো তিনটি) :

(ক) ক্যাবল টুল ড্রিলিং পদ্ধতি,

(খ) রোটারি ড্রিলিং পদ্ধতি,

(গ) অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন,

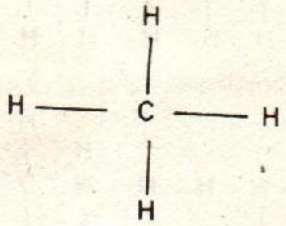
(ঘ) অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের শ্রেণীবিভাগ।

নবম অধ্যায়

হাইড্রোকার্বন

৯.১ জৈব উপাদান হিসেবে হাইড্রোকার্বন (The hydrocarbon as an organic compound)

কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত যৌগকে হাইড্রোকার্বন বলে। কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা (valency) ৪। কার্বনের যোজ্যতা ৪ বলে এটি ৪টি হাইড্রোজেনের সাথে মিশে মিথেন জাতীয় (methane type) হাইড্রোকার্বন প্রস্তুত করতে পারে। ৯.১ চিত্রে কার্বন ও হাইড্রোজেন পরমাণুর সংস্পর্শে প্রস্তুতকৃত একটি হাইড্রোকার্বনের পরমাণুর গঠন দেখানো হয়েছে। এই হাইড্রোকার্বনের নাম মিথেন।



চিত্র ৯.১ : মিথেন এর আণবিক গঠন।

পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের অপরিশোধিত তেলের বিশ্লেষণ সাধারণত নিম্নলিখিত সীমার মধ্যে থাকে। ৮৩% হতে ৮৭% কার্বন, ১১% হতে ১৫% হাইড্রোজেন, ০% থেকে ৫% অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন। এই তেল বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন, অক্সিজেন, সালফার ও নাইট্রোজেনের জৈব মিশ্রণ, সামান্য পরিমাণ অজৈব পদার্থ এবং পানি ধারণ করে।

অপরিশোধিত তেলের সাথে মিশ্রিত অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন তেমন ক্ষতিকর নয়। তবে এটির সাথে সালফারের উপস্থিতি ক্ষতিকর। এটির উপস্থিতিতে তেল শোধনাগারের যন্ত্রপাতির কার্যকাল হ্রাস পায়। সুতরাং বিভিন্ন অপরিশোধিত তেলে সালফারের স্বল্পতা থাকলে সেটি অধিক গ্রহণযোগ্য বলে বিবেচিত হয়।

৯.২ সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যৌগ (Saturated and unsaturated hydrocarbon compounds)

পেট্রোলিয়াম বা অপরিশোধিত তেল জৈব যৌগ। হাইড্রোজেন ও কার্বনের সংমিশ্রণে প্রস্তুত হয় বলে এটিকে হাইড্রোকার্বন বলে। হাইড্রোকার্বন প্রধানত দুই প্রকার :

(১) সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (saturated hydrocarbon) : এ হাইড্রোকার্বন যৌগে কার্বন পরমাণুগুলি পরস্পরের সাথে একক বন্ধনে যুক্ত বা আবদ্ধ হয়। এই কার্বনের অবশিষ্ট বন্ধন হাইড্রোজেন যৌগে সম্পূর্ণ হয় তাই এগুলোকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। উদাহরণস্বরূপ অ্যালকেন্ জাতীয় হাইড্রোকার্বন।

(২) অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (unsaturated hydrocarbon) : যেসব যৌগে কার্বন পরমাণুর সাথে হাইড্রোজেন পূর্ণভাবে যুক্ত থাকে না এবং যেসব যৌগে কার্বন-কার্বন দ্বি-বন্ধন বা ত্রি-বন্ধন এবং কার্বনের বাকি বন্ধন হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়, এগুলোকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে। অলিফিন জাতীয় হাইড্রোকার্বনকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বলে।

৯.৩ হাইড্রোকার্বনের শ্রেণীবিভাগ (The classification of hydrocarbon)

দুটি বিষয় বিবেচনা করে হাইড্রোকার্বনকে নিম্নবর্ণিতভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

১। হাইড্রোকার্বনের উপাদানের স্বতন্ত্রতার উপর ভিত্তি করে হাইড্রোকার্বনকে আটভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

(ক) প্যারাফিন,
(খ) অ্যারোমেটিক,
(গ) ন্যাফথিন,
(ঘ) অলিফিন,
(ঙ) ডাইঅলিফিন,
(চ) অ্যাসিটিলিন,
(ছ) সাইক্লো-অলিফিন,
(জ) অ্যালকোহল্।

২। আণবিক গঠন অনুসারে হাইড্রোকার্বনের উপাদানকে প্রধানত দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) চেইন মিশ্রণ (chain compound) এবং
(খ) রিং মিশ্রণ (ring compound)।

৯.৪ হাইড্রোকার্বনের আণবিক সূত্র (The molecular formula of hydrocarbon)

বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের আণবিক সূত্রের বর্ণনা নিম্নরূপ :

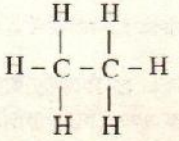
(১) প্যারাফিন : প্যারাফিন এক ধরনের মোম জাতীয় পদার্থ যা হাইড্রোকার্বন ফুয়েলের মধ্যে বিস্তীর্ণ অংশ জুড়ে অবস্থান করে। এটি একটি সম্পৃক্ত মিশ্রণ। প্যারাফিন গ্রুপের অন্যান্য সদস্য হচ্ছে—

(ক) মিথেন, (খ) ইথেন,
(গ) হেপটেন, (ঘ) পেনটেন,
(ঙ) হেক্সেন, (চ) অকটেন,

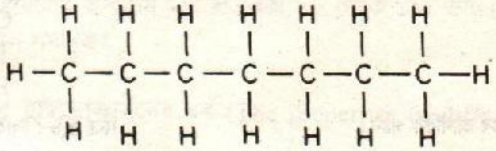
(ছ) আইসো–অকটেন,

(জ) আইসোবিউটেন প্রভৃতি।

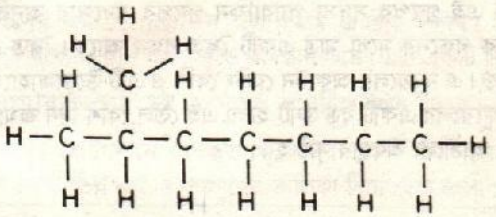
প্যারাফিনের আণবিক ফর্মুলা হচ্ছে C_nH_{2n+2}। এখানে 'n' দ্বারা পরমাণুর সংখ্যা বুঝানো হয়েছে। এই হাইড্রোকার্বনগুলোর আণবিক গঠন সরল চেইন বিশিষ্ট। চিত্রে ইথেন, এন–হেপটেন, আইসো–অকটেন, এন–অকটেন এবং বিউটেন এর আণবিক গঠন দেখানো হয়েছে।



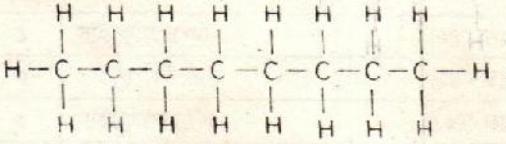
চিত্র ৯.২ : ইথেন এর আণবিক গঠন।



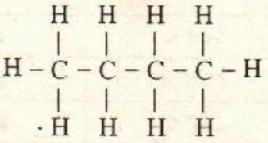
চিত্র ৯.৩ : এন–হেপটেন এর আণবিক গঠন।



চিত্র ৯.৪ : আইসো–অকটেন এর আণবিক গঠন।



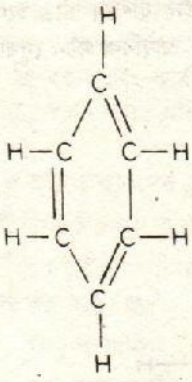
চিত্র ৯.৫ : এন–অকটেন এর আণবিক গঠন।



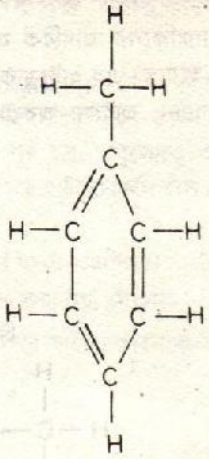
চিত্র ৯.৬ : বিউটেন এর আণবিক গঠন।

(২) **অ্যারোমেটিক :** এটি এক ধরনের হাইড্রোকার্বন, যার প্রধান ভিত্তি হচ্ছে বেঞ্জিন (C_6H_6)। এটির সূত্র হচ্ছে C_nH_{2n-6} এবং আণবিক গঠন হচ্ছে রিং আকৃতির। এটি খুবই অসম্পৃক্ত। এটি তিনটি দ্বৈতবন্ধন (three double bonds) দ্বারা গঠিত কার্যকর যৌগ। এটি পেট্রোলের জন্য খুবই কার্যকর। অকটেন রেটিং বৃদ্ধির জন্য নিম্নমান ফুয়েলের সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণে বেঞ্জল মিশানো হয়। এটি ফুয়েলের উৎকর্ষতা বৃদ্ধি করলেও এটির পরিমাণ ফুয়েলে

বেশি থাকা ঠিক নয়। কারণ এর স্ফুটনাংক ও গলনাংক উভয়ই বেশি। দুই ধরনের সুগন্ধির মধ্যে ৯.৭ চিত্রে বেঞ্জিন এবং ৯.৮ চিত্রে টলুইন এর আণবিক গঠন দেখানো হয়েছে।

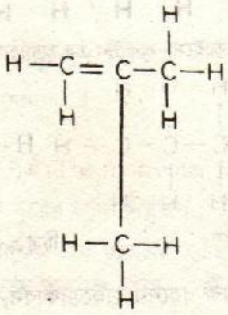


চিত্র ৯.৭ : বেঞ্জিন এর আণবিক গঠন।



চিত্র ৯.৮ : টলুইন এর আণবিক গঠন।

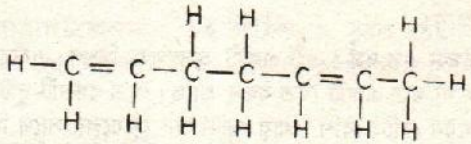
(৩) **অলিফিন** : এটি হাইড্রোকার্বনের একটি অসম্পৃক্ত মিশ্রণ। এর আণবিক ফর্মুলা হচ্ছে (C_nH_{2n})। এই গ্রুপের সদস্য প্যারাফিন গ্রুপের সদস্যের অনুরূপ। এর আণবিক কাঠামোতে অনেক বন্ধনের মধ্যে মাত্র একটি দ্বৈত বন্ধন আছে। দ্বৈত বন্ধনটি দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে যুক্ত। এ ফুয়েলের অকটেন রেটিং বেশি ও এটি উড়োজাহাজের ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ ফুয়েলের একটি বড় ত্রুটি হলো এই তেল বেশি দিন জমা করে রাখলে এতে তলানি পড়ে এবং আঠালো অবস্থার সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৯.৯ : আইসোবিউটেন এর আণবিক কাঠামো।

(৪) **হেপটাডাইন** : এটি একটি অসম্পৃক্ত মিশ্রণ। এই হাইড্রোকার্বন দ্বৈত বন্ধন নিয়ে গঠিত হয়। এটির সূত্র হচ্ছে C_nH_{2n-2}। এটির বৈশিষ্ট্য হচ্ছে উল্টা প্রকৃতির। এটি তেলের

রং বদলে দেয় এবং তেলে আঠার সৃষ্টি করে। এ ফুয়েল ব্যবহারে ভাল্‌ভ সিটে অধিক কার্বন জমে। ৯.১০ চিত্রে হেপটাডাইনের আণবিক গঠন দেখানো হয়েছে। এ ফুয়েলের আরেকটি ত্রুটি হলো এটি কার্বুরেশনে বাধা সৃষ্টি করে।



চিত্র ৯.১০ : হেপটাডাইন-এর আণবিক গঠন।

(৫) **অ্যালকোহল** : এটি হাইড্রোকার্বনের একটি সম্পৃক্ত মিশ্রণ। এটি আংশিক অক্সিডেশনে প্রস্তুতকৃত একটি পেট্রোলিয়াম দ্রব্য এবং ফর্মুলা R–OH। এটির সদস্য হচ্ছে মিথানল (CH_5OH), ইথানল (C_2H_9OH), প্রোপানল (C_3H_7OH) এবং বিউটানল (C_4H_9OH)। এ ফুয়েলের অকটেন মান শতকরা ৯৮ থেকে ১০০ ভাগ। এ কারণে এটি উচ্চমানের ফুয়েল বলে সমাদৃত।

৯.৫ বিভিন্ন প্রকার হাইড্রোকার্বনের ধর্ম (The properties of different types of hydrocarbons)

নিচে বিভিন্ন প্রকার হাইড্রোকার্বনের ধর্ম বর্ণনা করা হয়েছে, যেমন—

(১) **প্যারাফিনের ধর্ম** : প্যারাফিন স্বচ্ছ মোম জাতীয় পদার্থ। এটি যে কোনো হাইড্রোকার্বন ফুয়েলের মধ্যে বিস্তীর্ণ অংশ জুড়ে অবস্থান করে। এটি একটি সম্পৃক্ত মিশ্রণ।

(২) **সাইক্লোপ্যারাফিনের ধর্ম** : সকল অপরিশোধিত তেলের $\frac{১}{৪}$ অংশ হচ্ছে ন্যাফথানিস এর মিশ্রণ। মোটরযানে ব্যবহৃত ফুয়েলের একটি কাঙ্খিত উপাদান হচ্ছে ন্যাফথা। ন্যাফথানিস এর বিভিন্ন নাম ও গুণাগুণের তালিকা নিচে দেয়া হলো :

ক্রমিক নং	উপাদানের নাম	স্ফুটনাংক (ফাঃ)	আপেক্ষিক গুরুত্ব
১	সাইক্লোপ্রোপেন	২৭° ফাঃ	০.৬১৫
২	সাইক্লোবিউটেন	৫৫° ফাঃ	০.৬৮৬
৩	সাইক্লোপেনটেন	১২১° ফাঃ	০.৭৫১
৪	মিথাইল সাইক্লোপেনটেন	১৬১° ফাঃ	০.৭৫৪
৫	সাইক্লোহেক্সেন	১৭৭° ফাঃ	০.৭৮৪
৬	মিথাইল সাইক্লোপেনটেন	২৪১° ফাঃ	০.৭৭৪

(৩) **অ্যারোমেটিকের ধর্ম** : এটি এক ধরনের হাইড্রোকার্বন, যার প্রধান ভিত্তি হচ্ছে বেঞ্জিন (C_6H_6)। এটি খুবই অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। এটি তিনটি দ্বৈত বন্ধন দ্বারা গঠিত। এটি পেট্রোলের জন্য খুবই কার্যকর। অকটেন রেটিং বৃদ্ধির জন্য নিম্নমান ফুয়েলের সাথে

বেঞ্জল মিশানো হয়। এটি যদিও ফুয়েল তেলের উৎকর্ষতা বৃদ্ধি করে তবুও এটির পরিমাণ তেলে বেশি থাকা ঠিক নয়। কারণ এটির স্ফুটনাংক ও গলনাংক উভয়ই বেশি। এটি ফুয়েল সরবরাহ লাইনে এবং রাবার জাতীয় দ্রব্যে ক্ষার জাতীয় পদার্থ হিসেবে কাজ করে এবং মরিচা ধরাতে সহায়তা করে।

(৪) **অলিফিন্ এর ধর্ম :** এটি একটি অসম্পৃক্ত মিশ্রণ। এটির আণবিক কাঠামোতে অনেক বন্ধনের মধ্যে মাত্র একটি দ্বৈত বন্ধন আছে। দ্বৈত বন্ধনটি দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে যুক্ত। এটির অকটেন রেটিং বেশি বিধায় মোটরযান ফুয়েলের সাথে মিশ্রিত করা হয়। এতে তেলের গুণগত মান বৃদ্ধি পায়। উড়োজাহাজের ফুয়েল প্রস্তুতকালে অলিফিন্ ব্যবহৃত হয়। তবে এটির বড় দোষ হলো তেল বেশি দিন জমা করে রাখলে এতে তলানি পড়ে এবং আঠা সৃষ্টি হয়।

(৫) **অ্যালকোহলের ধর্ম :** এটি একটি সম্পৃক্ত মিশ্রণ। এটি আংশিক অক্সিডেশনে প্রস্তুতকৃত একটি পেট্রোলিয়াম উপাদান। এর অকটেন মান হচ্ছে শতকরা ৯৮ হতে ১০০ ভাগ। তাই এটি উন্নতমানের ফুয়েলের মর্যাদা রাখে। এটি বিশুদ্ধভাবে অথবা পেট্রোলের সাথে মিশ্রিত করে ব্যবহৃত হয়।

৯.৬ হাইড্রোকার্বন বিক্রিয়া (The reactions of hydrocarbon)

অপরিশোধিত তেল হতে আপত্তিকর ও অপ্রয়োজনীয় পদার্থ পৃথক করতে হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। খনি হতে প্রাপ্ত অপরিশোধিত তেলে যে গ্যাস, পানি, সালফার, ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং ভ্যানাডিয়াম ইত্যাদির মিশ্রণ থাকে, এগুলো তেল থেকে দূর করাই এই বিক্রিয়ার উদ্দেশ্য। রাসায়নিক অথবা বৈদ্যুতিক পদ্ধতির তাপ ও চাপের উপর নির্ভর করে হাইড্রোকার্বনের এই বহুবিধ বিক্রিয়া সংঘটিত হতে পারে, যেমন—

(১) **পলিমারকরণ :** এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে দুটি ক্ষুদ্র অণুর বিক্রিয়া সংঘটিত হয়ে একটি বৃহৎ অসম্পৃক্ত অণুর সৃষ্টি করে থাকে। যেমন—

$$C_4H_8 + C_4H_8 \longrightarrow C_8H_{16}$$

অথবা

$$C_2H_4 + C_4H_8 \longrightarrow C_6H_{12}$$

(২) **ক্ষারকরণ :** এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে অলিফিন এবং আইসো-প্যারাফিনের বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার ফলে বৃহৎ প্যারাফিনের শাখা সৃষ্টি করে। যেমন—

$$C_4H_8 + C_4H_{10} \longrightarrow C_8H_{18}$$

(৩) **হাইড্রোজিনেশন :** এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সাথে হাইড্রোজেনের বিক্রিয়ার ফলে একটি প্যারাফিনের সৃষ্টি হয়। যেমন—

$$C_8H_{16} + H_2 \longrightarrow C_8H_{18}$$

(৪) **ডি-হাইড্রোজিনেশন :** এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে হাইড্রোকার্বন হতে হাইড্রোজেন বের করে একটি অসম্পৃক্ত উপাদান সৃষ্টি করা হয়। যেমন—

$$C_4H_{10} \longrightarrow C_4H_8 + H_2$$

(৫) **আইসোমারকরণ :** এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে হাইড্রোকার্বনের অণুর মধ্যে কার্বনের অণু আরও সুবিন্যস্ত হয়। যেমন—

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 \longrightarrow CH_3CHCH_3CH_3$$

(৬) **অ্যারোম্যাটিজেশন :** এই প্রক্রিয়াতে সরল চেইন হাইড্রোকার্বনকে অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনে রূপান্তর করা হয় এবং রিং কাঠামোর আওতায় হাইড্রোজেন বের করে দেয়া হয়। যেমন—

$$C_7H_{16} \longrightarrow C_6H_5CH_3 + 4H_2$$

(৭) **ক্র্যাকিং :** এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে হাইড্রোকার্বনের বড় বড় অণুকে ভেঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ও হালকা করা হয়। ফলে এ পদ্ধতিতে ১ ব্যারেল (৪৮ গ্যালন) অপরিশোধিত তেল থেকে ৮ হতে ১৮ গ্যালন উন্নত মানের ফুয়েল তেল পাওয়া সম্ভব হয়। এ পদ্ধতির বিক্রিয়া নিম্নরূপ :

$$C_{16}H_{34} \longrightarrow C_8H_{18} + C_8H_{16}$$

এ বিক্রিয়ার ফলাফল নিম্নরূপ :

(অ) খনি থেকে উত্তোলিত তেলের সাথে যদি পানি অদ্রবীভূত অবস্থায় মিশানো থাকে তবে তেল থেকে এই দ্রবীভূত পানি দূর করার জন্য 'ট্রিট-ও-লাইট' নামক এক প্রকার রাসায়নিক পদার্থ মিশানো হয়। এই পৃথককরণ পদ্ধতিকে 'ইমালশন ব্রেকিং' বলে।

(আ) অপরিশোধিত তেল থেকে সালফার দূর করার জন্য সালফিউরিক এসিড ট্রিটমেন্ট করা হয়।

(ই) এসিড প্রক্রিয়াজাত করার পর তেল থেকে এসিড দূর করার জন্য তেল অ্যালকালি দ্বারা বিশেষ প্রক্রিয়াতে ধৌত করা হয়। এরপর পানি দ্বারা ধৌত করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। হাইড্রোকার্বন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত যৌগকে হাইড্রোকার্বন বলে। যেমন—পেট্রোল, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, মোম।

২। অপরিশোধিত তেলের মধ্যে সাধারণত কি কি উপাদান থাকে?

উত্তর : অপরিশোধিত তেলের মধ্যে সাধারণত ৮৩% থেকে ৮৭% কার্বন, ১১% হতে ১৫% হাইড্রোজেন এবং ০% থেকে ৫% অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন থাকে।

৩। অপরিশোধিত তেলের সাথে মিশ্রিত কোন কোন উপাদান অধিক ক্ষতিকর?

উত্তর : অপরিশোধিত তেলের সাথে সালফারের উপস্থিতি অধিক ক্ষতিকর। কারণ এর উপস্থিতিতে তেল শোধনাগারের যন্ত্রপাতির কার্যকাল কমে যায়।

৪। তিনটি সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নাম লিখ।

উত্তর : প্যারাফিন্, সাইক্লোপ্যারাফিন্ ও অ্যালকোহল।

৫। তিনটি অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের নাম লিখ।

উত্তর : অ্যারোমেটিক, অলিফিন্ ও অ্যাসিটিলিন।

৬। হাইড্রোকার্বনকে মূলত কয়টি বিষয় বিবেচনা করে ভাগ করা হয়।

উত্তর : হাইড্রোকার্বনকে মূলত দুটি বিষয় বিবেচনা করে ভাগ করা হয়, যেমন–

(১) উপাদানগুলোর স্বতন্ত্রতা এবং

(২) আণবিক গঠন বিবেচনা।

৭। আণবিক গঠন বিবেচনায় হাইড্রোকার্বন কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : আণবিক গঠন বিবেচনা করে হাইড্রোকার্বনকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) চেইন মিশ্রণ এবং

(খ) রিং মিশ্রণ।

৮। প্যারাফিনের ফর্মুলা উল্লেখ কর।

উত্তর : প্যারাফিনের ফর্মুলা হলো C_nH_{2n+2}। এখানে C দ্বারা কার্বন পরমাণু এবং H দ্বারা হাইড্রোজেন পরমাণুর সরল চেইন বুঝানো হয়েছে।

৯। নিম্নমান ফুয়েলের অকটেন রেটিং বৃদ্ধির জন্য কোন উপাদান মিশানো হয়?

উত্তর : নিম্নমান ফুয়েলের অকটেন রেটিং বৃদ্ধির জন্য এর সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণে বেঞ্জল মিশানো হয়।

১০। অ্যালকোহলের সদস্যের নাম লিখ।

উত্তর : অ্যালকোহলের সদস্য হচ্ছে—মিথানল (CH_3OH), ইথানল (C_2H_5OH), প্রোপানল (C_3H_7OH) এবং বিউটানল (C_4H_9OH)।

১১। হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া ঘটানো হয় কেন?

উত্তর : অপরিশোধিত তেল থেকে আপত্তিকর ও অপ্রয়োজনীয় পদার্থ পৃথক করতে হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া ঘটানো হয়।

১২। ক্র্যাকিং কি?

উত্তর : এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে হাইড্রোকার্বনের বড় বড় অণুকে ভেঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ও হালকা করা হয়। এ পদ্ধতিতে ১ ব্যারেল (৮৬ গ্যালন) অপরিশোধিত তেল থেকে ৮ হতে ১৮ গ্যালন উন্নতমানের জ্বালানি তেল পাওয়া যায়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। জৈব উপাদান হিসেবে হাইড্রোকার্বন সম্পর্কে লিখ।

উত্তর : ৯.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন উপাদানের নাম লিখ এবং যে কোনো ২টির বর্ণনা দাও।

উত্তর : ৯.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। চারটি হাইড্রোকার্বনের আণবিক সূত্র উল্লেখ কর।

উত্তর : ৯.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। চারটি হাইড্রোকার্বনের ধর্ম বর্ণনা কর।

উত্তর : ৯.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। তিনটি হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া উল্লেখ কর।

উত্তর : ৯.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। জৈব উপাদান হিসেবে হাইড্রোকার্বনের বর্ণনা দাও। কয়েকটি সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত উপাদানের নাম লিখ।

২। হাইড্রোকার্বন কত প্রকার ও কি কি? এগুলোর আণবিক সূত্র লিখ।

৩। টীকা লিখ :

(ক) প্যারাফিন,

(খ) অ্যারোমেটিক,

(গ) অলিফিন,

(ঘ) অ্যালকোহল।

৪। নিম্নবর্ণিত হাইড্রোকার্বনের ধর্ম লিখ (যে কোনো চারটি) :

(ক) প্যারাফিন, (খ) অ্যারোমেটিক,

(গ) অলিফিন,

৫। নিম্নবর্ণিত হাইড্রোকার্বনের বিক্রিয়া লিখ (যে কোনো চারটি) :

(ক) পলিমারকরণ, (খ) ক্ষারকরণ

(গ) হাইড্রোজিনেশন, (ঘ) ডি-হাইড্রোজিনেশন

(ঙ) অ্যারোম্যাটিজেশন।

দশম অধ্যায়

অপরিশোধিত তেল পরিশোধন

১০.১ অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য (The purpose of crude oil refining)

অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য :

(১) খনি হতে প্রাপ্ত অপরিশোধিত তেলে গ্যাস, পানি, সালফার, ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং ভ্যানাডিয়াম ইত্যাদি মিশ্রিত থাকে। এসব অপদ্রব্য তেল থেকে দূরীভূত করতে হয়। অন্যথায় এই অপদ্রব্য তেলের গুণগত মান হ্রাস করে, ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশে মরিচা ধরায় এবং দ্রুত যন্ত্রাংশের কার্যকাল হ্রাস করে।

(২) তেলে সালফার থাকলে যন্ত্রাংশে মরিচা ধরে, যন্ত্রাংশ দ্রুত ক্ষয় হয় এবং দুর্গন্ধ উৎপন্ন হয়। পরিশোধন করলে তেলের এই সমস্যা আর থাকে না।

(৩) অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের ফলে পেট্রোল পাওয়া যায়। এই পরিশোধন দ্বারা একক কোনো পদ্ধতির মাধ্যমে পর্যাপ্ত পরিমাণ পেট্রোল পাওয়া সম্ভব নয়। পৃথককরণ ও রূপান্তরকরণের বিভিন্ন পদ্ধতি দ্বারা অপরিশোধিত তেল হতে এই ফুয়েল সৃষ্টি করা হয়।

(৪) গ্যাসকূপ থেকে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক গ্যাস যথেষ্ট আর্দ্র থাকে। এরূপ আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাস থেকে ভারি হাইড্রোকার্বন জাতীয় পদার্থ পরিশোধনের মাধ্যমে পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়।

(৫) রাসায়নিকভাবে শোধন করে বিভিন্ন পেট্রোল একসঙ্গে মিশিয়ে এবং এর অকটেন নাম্বার, লেড এর সাথে মিশ্রণ প্রতিক্রিয়া, উদ্বায়ীতা (volatility), তাপীয়মান (heating value), স্থায়িত্ব প্রভৃতি বৈশিষ্ট্য মোটরযানের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ব্যবহার উপযোগী করে প্রস্তুত করা হয়।

(৬) খনি থেকে আহরিত পেট্রোলিয়াম এককভাবে পেট্রোলও নয়, ডিজেলও নয়, আবার লুব্রিকেটিং তেলও নয়। এটি বিচিত্র ধরনের এক পদার্থ যা পরিশোধন করে নির্দিষ্ট মানের পেট্রোল, ডিজেল, লুব্রিকেটিং তেল ইত্যাদি পাওয়া যায়। সুতরাং পেট্রোলিয়ামকে ব্যবহার করার জন্য এটিকে পরিশোধন করার প্রয়োজন হয়।

১০.২ অপরিশোধিত তেল পরিশোধন প্রক্রিয়া

খনি থেকে প্রাপ্ত পেট্রোলিয়াম মূলত বিভিন্ন প্রয়োজনীয় ও অপ্রয়োজনীয় মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের সমষ্টি। এগুলোর মধ্যে প্রয়োজনীয় উপাদান বলতে হাইড্রোকার্বনকে বোঝায়।

অপ্রয়োজনীয় পদার্থের মধ্যে রয়েছে সালফার, নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, পানি, তলানি (sediment) ইত্যাদি।

যে প্রক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম হতে ব্যবহারযোগ্য বিভিন্ন ফুয়েল, লুব্রিকেটিং তেল এবং অন্য পদার্থ পাওয়া যায় তাকে পরিশোধন (refining) বলে। পেট্রোলিয়াম পরিশোধন প্রক্রিয়াকে সাধারণত তিনভাগে ভাগ করা হয়, যথা—

(১) পৃথককরণ প্রক্রিয়া,

(২) রূপান্তর প্রক্রিয়া ও

(৩) রাসায়নিক প্রক্রিয়া।

এ প্রক্রিয়াকে আবার নিম্নবর্ণিতভাবে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) পৃথককরণ প্রক্রিয়া :

(ক) পাতন পদ্ধতি ;

(খ) পরিশোষণ বা বিশোষণ পদ্ধতি,

(গ) বাহ্যশোষণ পদ্ধতি,

(ঘ) পরিস্রুতকরণ পদ্ধতি,

(ঙ) দ্রবণ নিষ্কাশন পদ্ধতি।

(২) রূপান্তর প্রক্রিয়া :

(ক) ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া,

(খ) পলিমারকরণ প্রক্রিয়া,

(গ) ক্ষারকরণ প্রক্রিয়া,

(ঘ) অ্যারোমেটাইজেশন প্রক্রিয়া,

(ঙ) ডিহাইড্রোজেনেশন প্রক্রিয়া,

(চ) আইসোমারকরণ প্রক্রিয়া,

(ছ) পুনর্গঠন প্রক্রিয়া।

(৩) রাসায়নিক পরিচালনা প্রক্রিয়া :

(ক) ক্ষতিকর উপাদান পৃথককরণ এবং

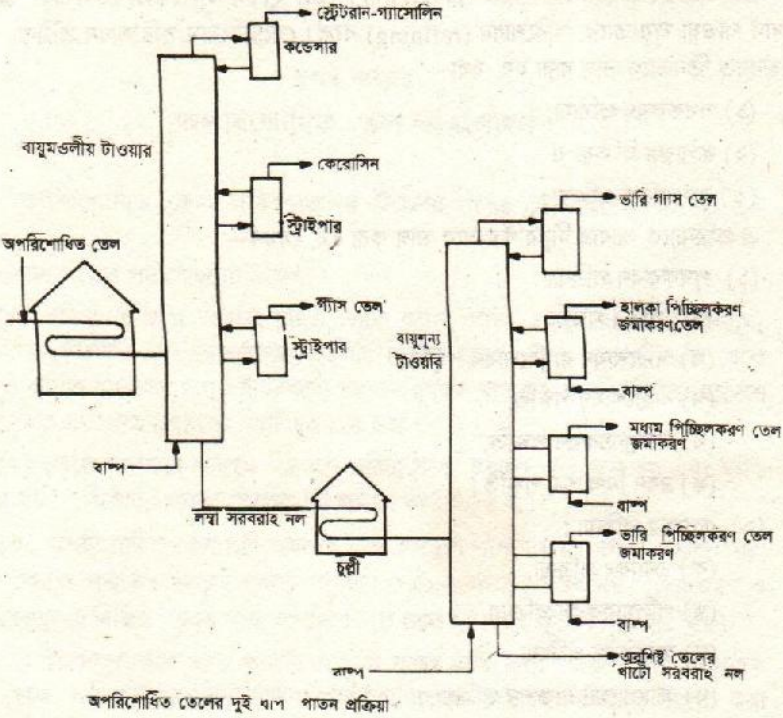
(খ) ক্ষতিকর উপাদান বাহ্যশোষণ।

১০.৩ পাতন, পরিশোষণ, বাহ্যশোষণ, পরিস্রাবণ ও দ্রবণ নিষ্কাশন প্রক্রিয়া

অপরিশোধিত তেল থেকে অপ্রয়োজনীয় দ্রব্য পৃথক করতে নিম্নবর্ণিত প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয় :

(১) পাতন পদ্ধতি (distillation system) : তেল শোধনাগারে অপরিশোধিত তেল প্রক্রিয়াজাত করার প্রথম ধাপ হচ্ছে বিভিন্ন স্ফুটনাংককে পেট্রোলিয়ামকে উত্তপ্ত করে পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা। এই প্রক্রিয়ায় একটি গোলাকার টাওয়ারের (ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার)

মাধ্যমে এই কাজ সম্পাদন করা হয়। এই টাওয়ারের উচ্চতা প্রায় ৩৫ মিটার। ১০.১ চিত্রে ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার এর যন্ত্রাংশ দেখানো হয়েছে। এই টাওয়ারে অপরিশোধিত তেলের দুই



চিত্র ১০.১ : অপরিশোধিত তেল পাতনের মাধ্যমে প্রক্রিয়াজাতকরণ দৃশ্য।

ধাপবিশিষ্ট পাতন প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়। কিছু সংখ্যক পাইপ নিয়ে এই টাওয়ারের দুটি চুল্লি (furnace) গঠিত। এসব পাইপের মধ্য দিয়ে অপরিশোধিত তেল প্রবাহিত হয় এবং তেল বা গ্যাস জ্বালিয়ে বাহ্যিকভাবে এটি উত্তপ্ত করা হয়। চুল্লি, ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার এবং প্রয়োজনীয় সাহায্যকারী যন্ত্রপাতি নিয়ে আধুনিক পাইপ স্টিল হিটার গঠিত। হ্রাসকৃত চাপে অথবা বাষ্পের উপস্থিতিতে ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার চালনা করে স্ফুটনাংক (boiling point) কমানো হয় এবং একই সাথে পাতনকালে তাপীয় বিয়োজনের (thermal decomposition) সম্ভাবনা কমানো হয়।

অপরিশোধিত তেলের প্রাথমিক পাতন নিম্নবর্ণিত দুটি ধাপে সম্পন্ন হয়, যেমন—

(ক) এক ধাপবিশিষ্ট পাতন (single stage distillation) এবং

(খ) দুই ধাপবিশিষ্ট পাতন (two stage distillation)।

এক ধাপবিশিষ্ট পাতন প্রক্রিয়ায় বায়ুমণ্ডলীয় চাপে একক টাওয়ার ব্যবহারের মাধ্যমে কার্য সম্পাদিত হয়। এক্ষেত্রে উৎপন্ন দ্রব্য হচ্ছে পাতিত ফুয়েল ও গ্যাস তেল এবং এর অবশিষ্ট (residue) থেকে ফুয়েল তেল ও আলকাতরার মতো কালো পদার্থ পাওয়া যায়। ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারের মধ্য থেকে যে তরল পদার্থ বের করে নেয়া হয় তার স্ফুটনাংকও মধ্যম থাকে। এটির সাহায্যকারী টাওয়ার বা স্ট্রাইপারের চূড়া থেকে অধিক উদ্বায়ী ফুয়েল বা তেল বের করে নেয়া হয়। এই টাওয়ারের উপরে সংযুক্ত কন্ডেন্সারের চূড়া থেকে সরাসরি ব্যবহারযোগ্য পেট্রোল (straight-run petrol) এবং মাঝামাঝি স্থানে সংযুক্ত স্ট্রিপারের চূড়া থেকে কেরোসিন তেল আলাদা করা হয়। অতঃপর এই টাওয়ারের নিচের দিকে অবস্থানরত অপরিশোধিত তেলকে পরবর্তী চুল্লির মাধ্যমে দ্বিতীয় ধাপে নেয়া হয়।

উচ্চ স্ফুটনাংকবিশিষ্ট অংশ যা থেকে লুব্রিকেটিং তেল উৎপন্ন হয়। এটির তাপীয় বিয়োজন (thermal decomposition) রোধকল্পে দুইধাপবিশিষ্ট পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এই প্রক্রিয়ায় প্রথম টাওয়ার বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এবং দ্বিতীয় টাওয়ার নিম্নচাপে চালিত হয়। পাতিত ফুয়েল ও গ্যাস তেল প্রথম টাওয়ার থেকেই পাওয়া যায়। এই টাওয়ারের তলদেশ থেকে প্রাপ্ত অপরিশোধিত দ্রব্যকে 'লম্বা অবশিষ্টাংশ' (long residium) বলে। একে একটি 'পাইপ ইস্পাত উত্তাপক' (pipe steel heater) এর মাধ্যমে দ্বিতীয় টাওয়ারে প্রেরণ করা হয়। পাতন তাপমাত্রা হ্রাস করার জন্য টাওয়ারের তলদেশ থেকে উপরের দিকে বাষ্প প্রয়োগ করা হয়। এই টাওয়ারের উপরের দিক থেকে নিচ পর্যন্ত যথাক্রমে ভারি গ্যাস তেল এবং হালকা লুব্রিকেটিং তেল পাওয়া যায়।

প্রাথমিক পাতন হতে প্রাপ্ত পেট্রোলকে টেস্ট রান পেট্রোল (test run petrol) বলে। এই পেট্রোলের সাথে রূপান্তর প্রক্রিয়ায় (conversion process) প্রাকৃতিক গ্যাস হতে প্রাপ্ত পেট্রোল মিশ্রিত করে পূর্ণ ধর্ম সম্পন্ন পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়। অতঃপর ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার থেকে প্রাপ্ত গ্যাস তেল, ডিজেল ফুয়েল, কেরোসিন, হালকা ফার্নেস তেল ও পেট্রোল তৈরির জন্য প্রয়োজনীয় উপাদান ক্র্যাকিং স্টক হিসেবে বাজারজাত করা হয়। পরবর্তী পরিশোধনের ক্ষেত্রেও পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এই পরিশোধনাগারে স্ট্যাবিলাইজার ব্যবহৃত হয় যার মাধ্যমে পেট্রোল থেকে নিম্ন স্ফুটনাংকবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন দূর করা হয়। আবার এতে ব্যবহৃত ডি–প্রোপানাইজার ও একটি ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারের মাধ্যমে বিউটেন ও ভারি উপাদানকে প্রোপেন এবং অধিকতর উদ্বায়ী উপাদান থেকে আলাদা করা হয়।

(২) পরিশোষণ প্রক্রিয়া (absorption process) : তেল খনি থেকে আহরিত এবং শোধন পদ্ধতিতে উৎপন্ন গ্যাসের সাথে ভারি হাইড্রোকার্বন থাকে। এই হাইড্রোকার্বনের কিছু অংশ পেট্রোলের আওতায় পড়ে। এসব ভারি হাইড্রোকার্বন গ্যাস থেকে আলাদা করতে হয়। যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এই হাইড্রোকার্বন গ্যাস হতে আলাদা করা হয় তাকে পরিশোষণ প্রক্রিয়া বলে।

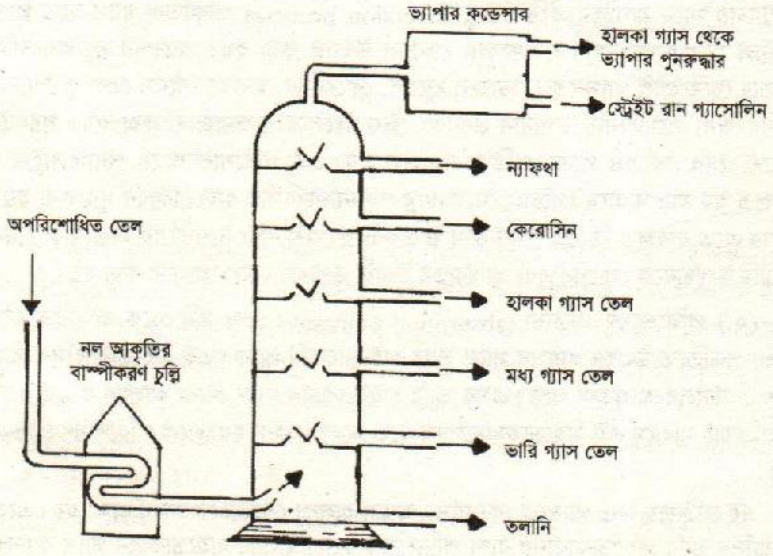
এই প্রক্রিয়ায় উক্ত গ্যাসকে কেরোসিন অথবা হালকা তেলের সংস্পর্শে আনা হয়। এতে কেরোসিন ভারি হাইড্রোকার্বনের বাষ্প পরিশোষণ করে। হালকা হাইড্রোকার্বন গ্যাস কখনও কেরোসিন কর্তৃক শোষিত হয় না। পরে উক্ত কেরোসিন একটি বাষ্প স্ট্রিপারে (steam

stripper) উত্তপ্ত করলে কেরোসিন হতে বাষ্প আলাদা হয়। ক্ষেত্রবিশেষে এই পরিশোষণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ভারি হাইড্রোকার্বনের বাষ্প প্রেরণের পূর্বে রেফ্রিজারেটিং কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রাকৃতিক গ্যাস প্রবেশ করিয়ে ভারি হাইড্রোকার্বনের বাষ্পের তলানি উৎপন্ন করা হয়। পাইপ লাইনে প্রবেশের পূর্বে তেলকূপে প্রাকৃতিক গ্যাস সংকুচিত করলে অধিকতর পরিমাণ বাষ্প তলানিকারে জমা হয়।

এ পদ্ধতি দ্বারা প্রাকৃতিক গ্যাস হতে প্রোপেন এবং বিউটেন আলাদা করা হয়।

(৩) **বাহ্যশোষণ প্রক্রিয়া** (adsorption process) : এটি খনি থেকে উত্তোলিত তেলের এমন একটি পরিশোধন প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে রাসায়নিক ক্রিয়াতে তেলের উপাদানের সাথে বাহ্যশোষণের মাধ্যমে এটির গুণাগুণের পরিবর্তন ঘটানো হয়। কাঙ্খিত তেল পেতে হলে অপরিশোধিত তেলের সাথে রাসায়নিক পদার্থের সংযোগে এই বাহ্যশোষণ ঘটানো হয়। পলিমারকরণ এ ধরনের একটি প্রক্রিয়া। তেল শোধনাগারে পাতন প্রক্রিয়া ও ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া হতে প্রাপ্ত অসম্পৃক্ত হালকা হাইড্রোকার্বন একত্রিত করা হয়। এতে তেলের উপাদান ও গুণগতমান উভয়ই বৃদ্ধি পায়।

(৪) **পরিস্রাবণ প্রক্রিয়া** (filtration process) : এই প্রক্রিয়ায় অপরিশোধিত তেলকে ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন হিটারের মাধ্যমে ৩৭৫° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। ফলে তেল বাষ্পীভূত হয়ে টাওয়ারে প্রবেশ করে। এই টাওয়ারের বিভিন্ন অংশ হতে বিভিন্ন পেট্রোলিয়ামজাত উপাদান (products) পাওয়া যায়। এই উপাদানকে পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ব্যবহারোপযোগী পেট্রোলিয়ামজাত উপাদানে রূপান্তরিত করা হয়।



চিত্র ১০.২ : পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ায় তেল পরিশোধন।

১০.২ চিত্রে টাওয়ারের লুব্রিকেটিং তেল পরিশোধনাগারে পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ায় তেল পরিশোধনের ধাপ দেখানো হয়েছে। লুব্রিকেটিং তেলের পাতন প্রক্রিয়াতে যেসব অপ্রয়োজনীয় ও বাধা সৃষ্টিকারী পদার্থ বিদ্যমান, সেগুলোর মধ্যে মোম এবং আলকাতরা জাতীয় পদার্থ প্রধান। অপ্রয়োজনীয় পদার্থ দূর করার জন্য লুব্রিকেটিং তেল পাতন প্রক্রিয়াতে যথাযথ তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করা হয়, যাতে বেশি পরিমাণে মোম এবং আলকাতরা জাতীয় পদার্থ তলানি হিসেবে জমা হয়। পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ায় অপ্রয়োজনীয় পদার্থ দূরীভূত করা হয় এবং লুব্রিকেটিং তেল থেকে অ্যাসফাল্ট ও মোম জাতীয় পদার্থ দূর করা যায়।

এক্ষেত্রে দ্রাবক হিসেবে প্রোপেন, মিথেন, ইথেন প্রভৃতি ব্যবহৃত হয়। এই দ্রাবককে সংক্ষেপে মিক (MEK) বলে। ক্লে এবং দ্রাবক (clay and solvent) এই দুটি প্রক্রিয়াই চিত্রে দেখানো হয়েছে। এই দুটি প্রক্রিয়াই বার বার প্রয়োগ করে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ লুব্রিকেটিং তেল থেকে দূর করা হয়। দ্রাবক এবং লুব্রিকেটিং তেল খুব ভালোভাবে মিশিয়ে বহুক্ষণ স্থিরভাবে রাখা হয়। এতে লুব্রিকেটিং তেল এবং দ্রাবক আলাদা হয়।

(৫) দ্রাবক নিষ্কাশন প্রক্রিয়া (solvent extraction process) : লুব্রিকেটিং তেল পাতন প্রক্রিয়াতে দ্রাবক হিসেবে প্রোপেন, মিথেন, ইথেন, কিটোন ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। ক্লে ও দ্রাবক (solvent) এই দুটি প্রক্রিয়াই ১০.২ চিত্রে দেখানো হয়েছে। এই দুটি প্রক্রিয়াই বারবার প্রয়োগ করে অপরিশোধিত তেল থেকে অপ্রয়োজনীয় পদার্থ দূর করা হয়। দ্রাবক এবং লুব্রিকেটিং তেল ভালোভাবে বহুক্ষণ স্থিরভাবে রেখে দিলেও দ্রাবক আলাদা হয়। মিশ্রণকালে কিছু অ্যাসফাল্ট জাতীয় পদার্থ দ্রাবকরূপে পরিবর্তিত হয়। ক্র্যাকিং পদ্ধতি শোধনাগারেও সালফিউরিক এসিড ব্যবহৃত হয়। নাইট্রোবেঞ্জিন, ফিনল দ্রাবক হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

১০.৪ ক্র্যাকিং পদ্ধতি

ক্র্যাকিং পদ্ধতি বলতে এমন এক পদ্ধতিকে বোঝায় যেখানে হাইড্রোকার্বনের বড় বড় অণুকে ভেঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র করা হয়। এ কারণেই এই পদ্ধতিতে এক ব্যারেল (৪৮ গ্যালন) অপরিশোধিত তেল হতে ৮ থেকে ১৮ গ্যালন উন্নতমানের ফুয়েল তেল পাওয়া যায়।

ক্র্যাকিং পদ্ধতিকে দুভাগে ভাগ করা হয় যেমন—

(১) থার্মাল ক্র্যাকিং এবং

(২) ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পদ্ধতি।

থার্মাল ক্র্যাকিং মূলত তাপ প্রয়োগের উপর নির্ভরশীল। এই প্রক্রিয়াকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) ভ্যাপার ফেজ ক্র্যাকিং (vapor phase cracking) এবং

(খ) তরল বা মিশ্র ফেজ ক্র্যাকিং (liquid or mixed phase cracking) প্রক্রিয়া।

(১) (ক) ভ্যাপার ফেজ ক্র্যাকিং : এ ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে ১০৫০° ফা: হতে ১২০০° ফারেনহাইট তাপ এবং প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ৫০ পাউন্ড থেকে ৩০০ পাউন্ড চাপ প্রয়োগ করা

হয়। এই পদ্ধতিতে তরল বা মিশ্র ফেজ ক্র্যাকিং পদ্ধতির চেয়ে অধিক তাপমাত্রা এবং অপেক্ষাকৃত অধিক চাপ প্রয়োগ করতে হয়। এই পদ্ধতিতে প্রতি সেকেন্ডে বিক্রিয়া ঘটতে থাকে এবং এটি থেকে খুবই উন্নতমানের পেট্রোল পাওয়া যায়।

(খ) **তরল বা মিশ্র ফেজ ক্র্যাকিং :** তরল বা মিশ্র ফেজ পদ্ধতিতে তাপমাত্রা ৮৫০° ফা: থেকে ৯৫০° ফারেনহাইট এবং চাপ প্রতি বর্গইঞ্চিতে ১০০ পাউন্ড থেকে ১৫০ পাউন্ড পর্যন্ত। এই পদ্ধতিতে প্রতি মিনিটে বিক্রিয়া ঘটে এবং এটি থেকে নিম্নমানের পেট্রোল পাওয়া যায়।

(২) **ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং :** এই পদ্ধতিতে ক্যাটালাইট কাজ করে বলে একে 'ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং' প্রক্রিয়া বলে। এতে ক্যাটালাইট হিসেবে বেনটোনাইট কাদা (bentonite clay) এবং সিলিকা অ্যালুমিনা ব্যবহৃত হয়। এই ক্যাটালাইট নিজে ক্ষয় হয় না, গলে না, নষ্ট হয় না এবং বিক্রিয়ার দ্রব্যকেও নষ্ট করে না। কিন্তু অন্য পদার্থকে ক্ষয় করে নষ্ট করে দেয়। নির্দিষ্ট কাজে ক্যাটালাইট নষ্ট হয় না বলে এটিকে বারবার ব্যবহার করা যায়। থার্মাল ক্র্যাকিং অপেক্ষা ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া অধিক কার্যকর ও উন্নত। এ পদ্ধতিতে সবচেয়ে উন্নতমানের ও অধিক পরিমাণ পেট্রোল পাওয়া যায়। এ পদ্ধতির আরও একটি সুবিধা হচ্ছে এটি থেকে গৃহস্থালি কাজের উপযুক্ত তেল পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত পেট্রোলকে ক্র্যাক্ড পেট্রোল এবং প্রাপ্ত গ্যাসকে ক্র্যাক্ড গ্যাস বলে।

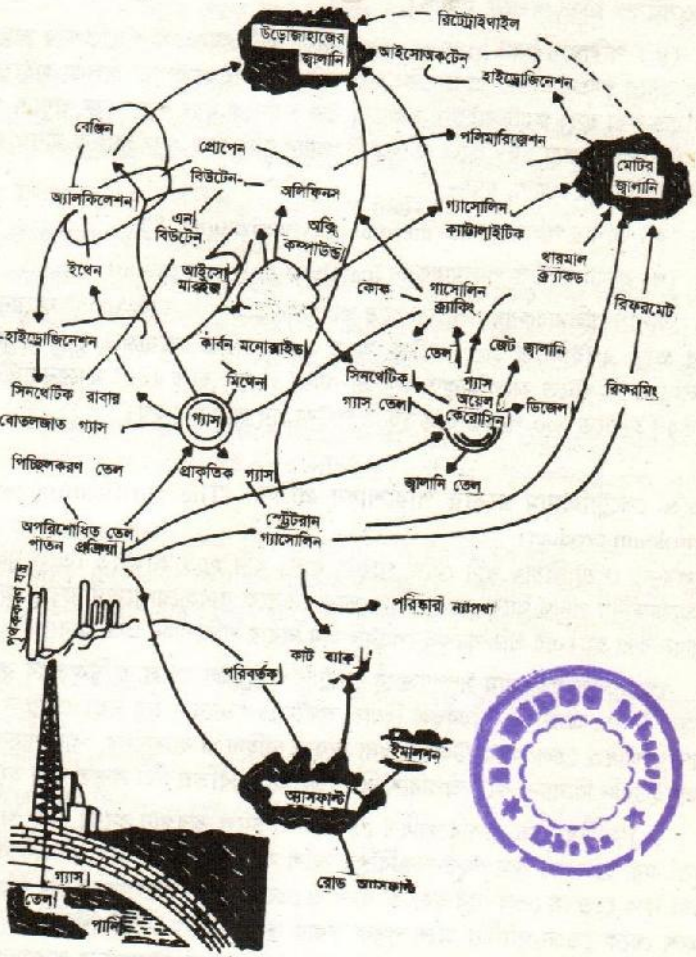
১০.৫ পুনর্বিন্যাস, ক্ষারকরণ, আইসোমারকরণ, পলিমারকরণ প্রক্রিয়া
(Reforming, alkylation, isomerization and polymerization process)

(১) **পুনর্বিন্যাস** (reforming) : ন্যাফথা এক প্রকার হাইড্রোকার্বন, যার প্রায় সম্পূর্ণ অংশই হচ্ছে পেট্রোল। তাই ন্যাফথার ক্র্যাকিং পদ্ধতিকেই পুনর্বিন্যাস বলে। এই পুনর্বিন্যাস তাপীয় অথবা ক্যাটালাইটিক পদ্ধতিতে সংঘটিত হয়। এতে প্রাপ্ত তেলের ধর্ম বৃদ্ধি পায়, অকটেন রেটিং বেড়ে যায় এবং স্ফুটনাংক কমে যায়। তাপীয় ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে পুনর্বিন্যাস সংঘটিত হয় ৯০০° ফারেনহাইট থেকে ১০০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় এবং এ সময় তাপমাত্রা থাকে প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ২০০ পাউন্ড থেকে ১০০০ পাউন্ড।

(২) **ক্ষারকরণ** (alkylation) : যে পদ্ধতির সাহায্যে হালকা হাইড্রোকার্বন পুনর্বিন্যাস করে ভারি যৌগ উৎপন্ন করা হয় তাকে ক্ষারকরণ বলে। এ পদ্ধতিতে প্রথমে রিয়্যাক্টরে হালকা অলিফিন ও আইসোপ্যারাফিন যেমন—বিউটাইলিন, প্রোপাইলিন এবং আইসোবিউটেন সরবরাহ করা হয়। এই পদ্ধতিতে বৈসাদৃশ্য পরমাণু ক্যাটালাইটের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। সাধারণত হালকা অলিফিন গ্যাস এবং আইসোপ্যারাফিন গ্যাসের বিক্রিয়ার ফলে বৃহৎ চেইন প্যারাফিনের সৃষ্টি হয়, যা তরল আকার ধারণ করে। এগুলোর অকটেন রেটিং ১০০ ভাগ বা তারও উপরে থাকে। এ জাতীয় পেট্রোলকে ক্যাটালেট বলে। এই উপাদান উড়োজাহাজের ফুয়েল তৈরির ব্লেন্ডিং উপাদান (blending compound) হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

এ পদ্ধতিতে তাপমাত্রা ৫০০° ফারেনহাইট এবং চাপ প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ৫০ পাউন্ড থাকে। ফলে এক্ষেত্রে শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয়। এতে আইসোঅকটেন তৈরি

হয় ক্যাটালাইটিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এবং এক্ষেত্রে ক্যাটালাইট হিসেবে সালফিউরিক এসিড ও হাইড্রোফ্লোরিক এসিড ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১০.৩ : অপরিশোধিত তেল পরিশোধন পদ্ধতিসমূহের মধ্যে আন্তঃসংযোগ ক্রিয়া।

(৩) **আইসোমারকরণ** (isomerization) : এটি এমন এক পদ্ধতি যার মাধ্যমে হাইড্রোকার্বনের মধ্যে কার্বনের অণু আরো সুবিন্যস্ত হয়। ফলে পেট্রোলের গুণগত মান ও তেলের এন্টিনক ক্ষমতা (antiknock value) বৃদ্ধি পায়। বিউটেন ও পেনটেন এর উপর অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডকে ক্যাটালাইট হিসেবে ব্যবহার করে আইসোমারে পরিণত করা হয়। ফলে তেলের উদ্বায়ী ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

এই ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে তাপমাত্রা ৩০০° ফারেনহাইট এবং চাপ প্রতি বর্গইঞ্চিতে ২০০ পাউন্ড রাখা হয়। ১০.৩ চিত্রে অপরিশোধিত তেল পরিশোধন পদ্ধতিসমূহের মধ্যে আন্তঃসংযোগ ক্রিয়া দেখানো হয়েছে।

(৪) **পলিমারকরণ** (polymerization) : এটি এমন এক পদ্ধতি যার সাহায্যে তেল শোধনাগারে পাতন প্রক্রিয়া ও ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া হতে প্রাপ্ত অসম্পৃক্ত হালকা হাইড্রোকার্বনকে একত্রিত করা হয়। ক্যাটালাইটের সাহায্যে উক্ত গ্যাসকে বৃহৎ অসম্পৃক্ত অণুতে এবং তরল পদার্থে পরিণত করা হয়। ফলে তেলের উৎপাদন বৃদ্ধি পায় এবং গুণগত মানও বৃদ্ধি পায়। পলিমারকরণ দুই প্রকার, যথা—

(ক) তাপীয় পলিমারকরণ (thermal polymerization) এবং

(খ) ক্যাটালাইটিক পলিমারকরণ (catalytic polymerization)।

তাপীয় পলিমারকরণ সংঘটিত হতে তাপমাত্রা ৯০০° ফা. হতে ১০০০° ফারেনহাইট এবং চাপ প্রতি বর্গইঞ্চিতে ১৫০ পাউন্ড হতে ২০০ পাউন্ড প্রয়োজন হয়। ক্যাটালাইটিক পলিমারকরণ ঘটতে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রা ৭° ফা. হতে ৫০০° ফারেনহাইট এবং চাপ প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ২০০ পাউন্ড হতে ১২০০ পাউন্ড এর প্রয়োজন হয়।

১০.৬ পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের পরিশোধন প্রক্রিয়া (The purification process of petroleum product)

সাধারণত পেট্রোলিয়াম খনি থেকে পাওয়া যায়। খনি হতে আহরিত তেলে মূলত বিভিন্ন অপ্রয়োজনীয় পদার্থ থাকে। এই পদার্থ থেকে তেলকে ব্যবহারোপযোগী করার জন্য তেলকে শোধন করা হয়। এই প্রক্রিয়াকেই পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের পরিশোধন প্রক্রিয়া বলে।

পেট্রোলিয়ামকে প্রায় সম্পূর্ণভাবে পেট্রোল ও ফুয়েল তেলে তাত্ত্বিকভাবে রূপান্তর করা সম্ভব হলেও অত্যধিক ব্যয়বহুল বিধায় অর্থনৈতিকভাবে সম্ভব নয়। পেট্রোল ব্যতিরেকে অপরিশোধিত তেল থেকে উৎপন্ন অন্য দ্রব্যের চাহিদা ও বাজারদর, পরিশোধন যন্ত্রপাতির মূল্য ইত্যাদি বিবেচনা করে অপরিশোধিত তেল হতে বিভিন্ন দ্রব্য প্রস্তুত করা হয়।

(১) মাটির নিচে অপরিশোধিত তেল প্রবল চাপে অবস্থান করে। চাপ থেকে তেলকে মুক্ত করা হলে এর কম স্ফুটনাংকবিশিষ্ট অংশ আকস্মিকভাবে গ্যাসীয় আকার ধারণ করে এবং কূপ হতে যে তেল বের হয়, তা বাষ্প ও তেলের মিশ্রণ হিসেবে পাওয়া যায়। এই তরল অংশ থেকে ভেজা গ্যাসীয় অংশ পৃথক করার জন্য এটিকে একটি শোষকের (absorber) মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়। গ্যাস ও তেলকে উত্তপ্ত করে যে পেট্রোল পাওয়া যায়, এটিকে ব্যবহারোপযোগী করার জন্য খুব কম পরিশোধনের দরকার হয়। এভাবে প্রাপ্ত পেট্রোলকে প্রাকৃতিক পেট্রোল (natural petrol) অথবা কেসিং হেড পেট্রোল বলে।

(২) পেট্রোলিয়াম পরিশোধনের প্রাথমিক পর্যায়ে উত্তপ্ত অপরিশোধিত তেলকে একটি ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়। এই টাওয়ার প্রায় ১০০ ফুট উঁচু এবং প্রতি ২ ফুট অন্তর এতে অনেক ট্রে সাজানো থাকে। ১০.২ চিত্রে বিভিন্ন ট্রেতে জমাকৃত তরলের মধ্য দিয়ে ৩৭৫° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বাষ্প প্রবাহিত করা হয়। এতে

অপরিশোধিত তেল বিভিন্ন স্ফুটনাংকবিশিষ্ট ফুয়েলে বিভক্ত হয়ে পড়ে। এ সময় উচ্চ স্ফুটনাংকবিশিষ্ট ফুয়েল নিচের ট্রেতে এবং নিম্ন স্ফুটনাংকবিশিষ্ট ফুয়েল উপরের ট্রেতে জমা হয়। কারণ টাওয়ারের উপর থেকে নিচের দিকে তাপমাত্রা ক্রমশ বেশি। এই টাওয়ারের বিভিন্ন ট্রেতে জমাকৃত তেল নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট পাত্রে বের করে নেয়া হয়।

(৩) ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারের সর্বোচ্চ স্তর থেকে পেট্রোল পাওয়া যায়। একে স্ট্রেট রান পেট্রোল (straight run petrol) বলে। পেট্রোল কোনো একক যৌগিক পদার্থ নয়। নিম্নমানের বা নিম্ন উদ্বায়ী পেট্রোলকে ন্যাফথা বলে। এটিকে আবার দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) হালকা পাতিত ফুয়েল (light distilate fuel) এবং

(খ) ভারি গ্যাস তেল (heavy gas oil)।

(৪) প্যারাফিন বেস তেলের শেষাংশ লুব্রিক্যাটিং তেল উৎপন্নের জন্য সিলিন্ডার স্টক (cylinder stocks) হিসেবে সংগৃহীত হয়। অপরিশোধিত তেল যদি অ্যাসফাল্ট বেস বা মিশ্র বেস হয় তবে এটি থেকে শেষ দ্রব্য হিসেবে লুব্রিক্যাটিং তেলের পাতন এবং অ্যাসফাল্ট তলানি পাওয়া যায়।

(৫) পরিশোধনাগারে অ্যাসফাল্টকে বিয়োজন করে তা থেকে নিম্নমানের তেল পাওয়া যায়। এটি কার্বনজাত তলানি কোক নামে পরিচিত। এটি তাপ উৎপাদনের জন্য ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

মূলত ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অপরিশোধিত তেল থেকে কেরোসিন ও অন্য উপজাত দ্রব্য এবং ক্র্যাকিং প্রক্রিয়ার মাধ্যমে পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের শেষে প্রাপ্ত অ্যাসফাল্ট পিচ রাস্তা কার্পেটিং করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

সুতরাং তেল শোধনাগারের উপরের স্তর থেকে নিচের স্তর পর্যন্ত যে পেট্রোলিয়াম উপাদান পাওয়া যায় তা হচ্ছে—

(ক) স্ট্রেট রান পেট্রোল,

(খ) কাঁচা কেরোসিন (raw kerosene),

(গ) ডিজেল তেল (diesel oil),

(ঘ) গ্যাস তেল (gas oil),

(ঙ) ভারি তলানি প্রভৃতি।

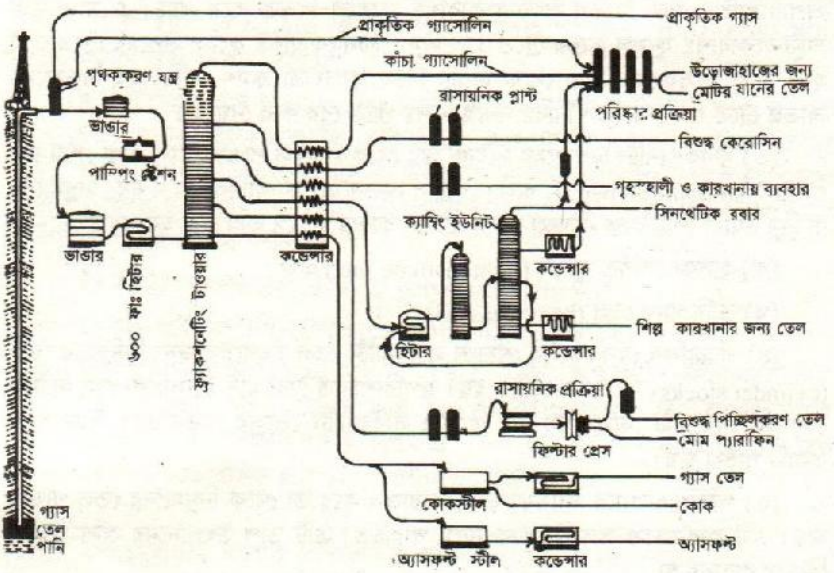
পরিশোধন প্রবাহ তালিকা (refinery flow chart) : ১০.৪ চিত্রে একটি আধুনিক তেল শোধনাগার থেকে অপরিশোধিত তেল পরিশোধন করে নিম্নবর্ণিত দ্রব্য পাওয়া যায় :

(১) প্রাকৃতিক গ্যাস যা গৃহস্থালি ও কলকারখানার কাজে ব্যবহৃত হয়,

(২) উচ্চ অকটেন এভিয়েশন গ্যাস (high octane aviation gas) যা উড়োজাহাজের ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়,

(৩) মোটরযানে ব্যবহৃত পেট্রোল,

(৪) পরিশোধিত কেরোসিন,



চিত্র ১০.৪ : একটি আধুনিক পেট্রোলিয়াম শোধনাগারে পরিশোধন প্রবাহ তালিকা।

(৫) গৃহস্থালি ফুয়েল, ডিজেল ইঞ্জিনের ফুয়েল এবং জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল,

(৬) হাইড্রোকার্বন গ্যাস, উচ্চ অকটেন পেট্রোল, সিনথেটিক রাবার, প্লাস্টিক, রং ও বার্নিশ, অ্যালকোহল, দ্রাবক, বিস্ফোরক ও অন্যান্য দ্রব্য প্রস্তুতের কাঁচামাল,

(৭) শিল্পকারখানার ফুয়েল তেল,

(৮) শোধিত লুব্রিক্যাটিং তেল,

(৯) মোম, প্যারাফিন,

(১০) গ্যাস তেল, শিল্প কারখানার ফুয়েল তেল, রাস্তা লেপন তেল,

(১১) কোক,

(১২) অ্যাসফাল্ট প্রভৃতি।

একটি আধুনিক শোধনাগারে মাটির তলদেশের খনি থেকে পেট্রোলিয়াম উত্তোলন, পৃথককরণ, উত্তপ্তকরণ, রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানো ইত্যাদি কাজ সম্পাদন করা হয়। এসব কাজ পরিশোধন প্রবাহ তালিকার অন্তর্ভুক্ত।

বিভিন্ন পেট্রোলিয়াম উৎপন্ন দ্রব্যের স্ফুটনাংকের ব্যাপ্তি (The boiling point ranges of several petroleum products) : অপরিশোধিত তেল বা পেট্রোলিয়াম এক প্রকার আঠালো তরল পদার্থ। এটি নানা বর্ণের হতে পারে যেমন—বাদামি, সবুজ, কালো ও হলুদ ; আবার কখনও কখনও পানির রং। এই তেল বিভিন্ন খনিতে বিভিন্ন ধরনের হয়।

অপরিশোধিত তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব (specific gravity) ও স্ফুটনাংকের (boiling point) উপর এটির ধর্ম নির্ভর করে। এই তেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব সাধারণত ০.৭০ হতে ০.৯৯ এবং স্ফুটনাংক থাকে বেশ কম যার মাত্রা ২৫° সেলসিয়াস থেকে ৩০° সেলসিয়াস। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনকালে তেলের স্ফুটনাংক তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পূর্বেই এটির বিয়োজন আরম্ভ হয় এবং এটির বিয়োজনে বিভিন্ন পেট্রোলিয়াম উপজাত পাওয়া যায়। বিভিন্ন পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের স্ফুটনাংকের ব্যাপ্তি নিম্নরূপ :

ক্রমিক নং	পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের নাম	আনুমানিক স্ফুটনাংক (°C)
১	প্রোপেন	– ৪° সেলসিয়াস
২	বিউটেন	– ১২° সে. থেকে ৩০° সেলসিয়াস
৩	হালকা ন্যাফথা	০° সে. থেকে ৫০° সেলসিয়াস
৪	ভারি ন্যাফথা	১৫০° সে. থেকে ২০০° সেলসিয়াস
৫	কেরোসিন	২০০° সে. থেকে ৩০০° সেলসিয়াস
৬	হালকা গ্যাস তেল	২০০° সে. থেকে ৩১৫° সেলসিয়াস
৭	ভারি গ্যাস তেল	৩১৫° সে. থেকে ৪২৫° সেলসিয়াস
৮	বায়ুশূন্য গ্যাস তেল	৪২৫° সে. থেকে ৬০০° সেলসিয়াস
৯	পীচ	৬০০° সেলসিয়াস এর অধিক

ব্যবহারিক কাজ

পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের প্রবাহ তালিকা সমীক্ষা

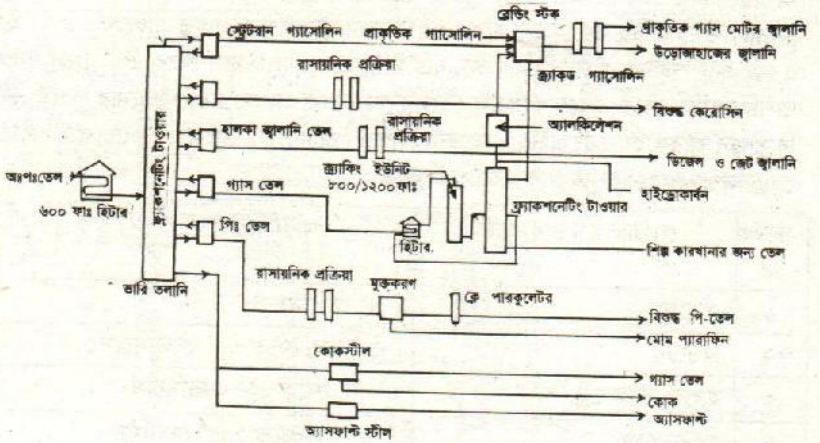
উদ্দেশ্য :

(১) আধুনিক পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের সাধারণ নকশা অংকন এবং এটির প্রধান ইউনিট ও উৎপন্ন দ্রব্য প্রদর্শন।

(২) স্বয়ংক্রিয় পরিশোধনাগারের প্রবাহ নকশা অংকন এবং এটির পদ্ধতি ইউনিটের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ ও মিশ্রিতকরণ ক্ষেত্র প্রদর্শন।

(১) আধুনিক পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের সাধারণ নকশা (The schematic diagram of a typical modern petroleum refinery) : ১০.৪ চিত্রে একটি আধুনিক পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের সাধারণ নকশায় এটির প্রধান ইউনিট এবং উৎপন্ন দ্রব্য প্রদর্শন করা হয়েছে।

(২) স্বয়ংক্রিয় পরিশোধনাগারের প্রবাহ নকশা (The flow diagram of the automatic refinery) : ১০.৫ চিত্রে একটি স্বয়ংক্রিয় পরিশোধনাগারের প্রবাহ নকশায় এর পদ্ধতি ইউনিটের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ ও মিশ্রিতকরণ ক্ষেত্র প্রদর্শন করা হয়েছে।



চিত্র ১০.৫ : একটি স্বয়ংক্রিয় পরিশোধনাগারের প্রবাহ নকশায় এর পদ্ধতি ইউনিটের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ ও মিশ্রিতকরণ ক্ষেত্র।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। খনি থেকে প্রাপ্ত অপরিশোধিত তেলে কি কি উপাদান মিশ্রিত থাকে?

উত্তর : অপরিশোধিত তেলের সাথে গ্যাস, পানি, সালফার, ম্যাগনেসিয়াম, সোডিয়াম ক্লোরাইড এবং ভ্যানাডিয়াম মিশ্রিত থাকে।

২। তেলের সাথে উপস্থিত কোন উপাদান অধিক ক্ষতিকারক হয়?

উত্তর : তেলের সাথে উপস্থিত অধিক ক্ষতিকারক উপাদান হলো সালফার। এটির উপস্থিতিতে যন্ত্রাংশে মরিচা ধরে, যন্ত্রাংশ দ্রুত ক্ষয় এবং এতে দুর্গন্ধ উৎপন্ন হয়।

৩। শোধন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : শোধন বলতে পেট্রোলিয়াম পরিশোধনকে বোঝায়। যে পদ্ধতির মাধ্যমে পেট্রোলিয়াম হতে ব্যবহারযোগ্য বিভিন্ন ফুয়েল, লুব্রিক্যাটিং তেল এবং অন্য উপাদান পাওয়া যায়, তাকে শোধন বলে।

৪। পাতন প্রক্রিয়া কি?

উত্তর : তেল শোধনাগারে অপরিশোধিত তেল প্রক্রিয়াজাত করার প্রথম ধাপ হচ্ছে বিভিন্ন স্ফুটনাংককে পেট্রোলিয়ামকে উত্তপ্ত করে পাতন প্রক্রিয়ায় পৃথক করা।

৫। পরিশোষণ প্রক্রিয়া কি?

উত্তর : তেল খনি থেকে আহরিত এবং শোধন পদ্ধতি হতে উৎপন্ন গ্যাসের সাথে ভারি হাইড্রোকার্বন থাকে। যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে এই হাইড্রোকার্বন গ্যাস হতে আলাদা করা হয় তাকে পরিশোষণ প্রক্রিয়া বলে।

৬। বাহ্যশোষণ প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ?

উত্তর : এটি খনি থেকে উত্তোলিত তেলের এমন একটি শোধন প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে রাসায়নিক ক্রিয়ায় তেলের উৎপাদনের সাথে বাহ্যশোষণ উপাদানের সংযোগ ঘটিয়ে এটির গুণাগুণের পরিবর্তন ঘটানো হয়।

৭। তেল পরিশোধনে পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার ভূমিকা কি লিখ।

উত্তর : এই প্রক্রিয়ায় অপরিশোধিত তেলকে ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন হিটারের মাধ্যমে ৩৭৫° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করা হয়। ফলে তেল বাষ্পীভূত হয়ে টাওয়ারে প্রবেশ করে।

৮। তেল পরিশোধনে ক্র্যাকিং পদ্ধতির কাজ কি?

উত্তর : ক্র্যাকিং পদ্ধতি বলতে এমন পদ্ধতিকে বোঝায় যেখানে হাইড্রোকার্বনের বড় বড় অণুকে ভেঙ্গে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ও হালকা করা হয়। এটির কারণেই এই পদ্ধতিতে এক ব্যারেল (৪৮ গ্যালন) অপরিশোধিত তেল হতে ৮ থেকে ১৮ গ্যালন উন্নতমানের ফুয়েল তেল পাওয়া যায়।

৯। ক্র্যাকিং পদ্ধতি কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : ক্র্যাকিং পদ্ধতিকে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) তাপীয় ক্র্যাকিং এবং

(খ) ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পদ্ধতি।

১০। তাপীয় ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া কি?

উত্তর : এই প্রক্রিয়ায় তাপ ও চাপ প্রয়োগে অপরিশোধিত তেলকে পরিশোধন করা হয়। এই প্রক্রিয়া দুই প্রকার, যথা—

(ক) ভ্যাপার ফেজ ক্র্যাকিং এবং

(খ) তরল বা মিশ্র ফেজ ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া।

১১। ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া কি?

উত্তর : এই পদ্ধতিতে ক্যাটালাইট কাজ করে বলে একে 'ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং' প্রক্রিয়া বলে। এতে ক্যাটালাইট হিসেবে বেনটোনাইট কাদা এবং সিলিকা এলুমিনা ব্যবহৃত হয়।

১২। পুনর্বিন্যাস (reforming) কি?

উত্তর : ন্যাফথা এক প্রকার হাইড্রোকার্বন, যার প্রায় সম্পূর্ণ অংশই হচ্ছে পেট্রোল। তাই ন্যাফথার ক্র্যাকিং পদ্ধতিকেই পুনর্বিন্যাস বলে। এই পুনর্বিন্যাস তাপীয় (thermal) অথবা ক্যাটালাইটিক পদ্ধতিতে সংঘটিত হতে পারে।

১৩। ক্ষারকরণ কি?

উত্তর : যে পদ্ধতির সাহায্যে হালকা হাইড্রোকার্বনকে পুনর্বিন্যাস করে ভারি যৌগ উৎপন্ন করা হয় তাকে ক্ষারকরণ বলে।

১৪। আইসোমারকরণ কি?

উত্তর : এটি এমন এক পদ্ধতি যার সাহায্যে হাইড্রোকার্বনের মধ্যে কার্বনের অণু আরও সুবিন্যস্ত হয়। ফলে পেট্রোলের গুণগত মান ও তেলের এন্টিনক ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

১৫। পলিমারকরণ কি?

উত্তর : এটি এমন এক পদ্ধতি যার সাহায্যে তেল শোধনাগারের পাতন প্রক্রিয়া ও ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া হতে প্রাপ্ত অসংপৃক্ত হালকা হাইড্রোকার্বন গ্যাসকে একত্রিত করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য লিখ।

উত্তর : ১০.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের রূপান্তরকরণ প্রক্রিয়া কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : ১০.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। পৃথককরণের পাতন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ১০.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। পরিশোধন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ১০.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। পৃথককরণে পরিস্রাবণ প্রক্রিয়ার কাজ কি?

উত্তর : ১০.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ এবং এটি কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : ১০.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। সংক্ষেপে লিখ (যে কোনো দুটি) :

(ক) আইসোমারকরণ (isomerization),

(খ) পলিমারকরণ (polymerization),

(গ) ক্ষারকরণ (alkylation)।

উত্তর : ১০.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। পরিশোধন প্রবাহ তালিকায় ছয়টি উৎপন্ন দ্রব্যের নাম লিখ।

উত্তর : ১০.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। বিভিন্ন পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের স্ফুটনাংকের ব্যাপ্তি লিখ।

উত্তর : ১০.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০। আধুনিক পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের সাধারণ নকশা অংকন করে এটিতে প্রধান ইউনিট ও উৎপন্ন দ্রব্য উল্লেখ কর।

উত্তর : ১০.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য লিখ।

২। বিভিন্ন পরিশোধন প্রক্রিয়ার শ্রেণীবিভাগ দেখাও।

৩। টীকা লিখ :

(ক) পাতন প্রক্রিয়া,

(খ) পরিশোষণ প্রক্রিয়া,

(গ) বাহ্যশোষণ প্রক্রিয়া,

(ঘ) পরিস্রাবণ প্রক্রিয়া,

(ঙ) দ্রবণ নিষ্কাশন প্রক্রিয়া (solvent extraction system)।

৪। ক্র্যাকিং পদ্ধতির প্রধান প্রক্রিয়া কি কি ? বর্ণনা কর।

৫। পুনর্বিন্যাস, ক্ষারকরণ, আইসোমারকরণ ও পলিমারকরণ সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখ।

৬। পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের পরিশোধন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৭। পরিশোধন প্রবাহ তালিকায় উৎপন্ন দ্রব্যের নাম ধারাবাহিকভাবে লিখ।

৮। আধুনিক পেট্রোলিয়াম পরিশোধনাগারের সাধারণ নকশা অংকন করে এটির প্রধান ইউনিট ও উৎপন্ন দ্রব্য দেখাও।

৯। স্বয়ংক্রিয় পরিশোধনাগারের প্রবাহ নকশা অংকন করে এর সিস্টেম ইউনিটের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ ও মিশ্রিতকরণ ক্ষেত্র দেখাও।

BANDOC Library
Accession No. 20918

একাদশ অধ্যায়

পেট্রোল ফুয়েল

১১.১ পেট্রোল ফুয়েলের উৎপাদন (The production of petrol fuel)

অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের ফলে পেট্রোল তৈরি হয়। পেট্রোল এক ধরনের হাইড্রোকার্বন। সব ধরনের পেট্রোলে ওজন হিসেবে প্রায় ৮৫.৭% কার্বন ও ১৪.৩% হাইড্রোজেন থাকে। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের মাধ্যমে পর্যাপ্ত পরিমাণ পেট্রোল পাওয়া সম্ভব নয়। পৃথককরণ ও রূপান্তরকরণের বিভিন্ন পদ্ধতি দ্বারা অপরিশোধিত তেল হতে পেট্রোল উৎপন্ন হয়।

খনির গ্যাস কূপ হতে প্রাপ্ত প্রাকৃতিক গ্যাস কোনো কোনো অবস্থায় যথেষ্ট আর্দ্র থাকে। এভাবে আর্দ্র প্রাকৃতিক গ্যাস হতে ভারি হাইড্রোকার্বন মুক্ত করে প্রাকৃতিক পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়। প্রাকৃতিক পেট্রোলকে এক প্রকার মূল্যবান উপাদানরূপে গণ্য করা হয়। চূড়ান্ত পর্যায়ের পেট্রোল তৈরি করতে প্রাকৃতিক পেট্রোল মিশানোর প্রয়োজন হয়। উদ্বায়ীত্ব (volatility) পেট্রোলের একটি অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য। উদ্বায়ীত্ব সমন্বয় করতে বিভিন্নভাবে প্রাপ্ত পেট্রোল পরস্পরের সাথে মিশাতে হয়।

নিম্নবর্ণিত পরিশোধন পদ্ধতির মাধ্যমে অপরিশোধিত তেল হতে সৃষ্ট ভারি হাইড্রোকার্বন থেকে পেট্রোল উৎপন্ন হয়। যেমন—

(ক) শোষণ প্রক্রিয়া,

(খ) ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন প্রক্রিয়া,

(গ) ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া,

(ঘ) পলিমারকরণ,

(ঙ) ক্ষারকরণ,

(চ) হাইড্রোজেনেশন,

(ছ) অ্যারোমেটাইজেশন,

(জ) আইসোমারকরণ প্রভৃতি।

এই পরিশোধন পদ্ধতির মাধ্যমে প্রাকৃতিক পেট্রোল, স্ট্রেইটরান পেট্রোল, ক্র্যাক্ড পেট্রোল, পলিমার পেট্রোল, অ্যালকাইলেট ইত্যাদি বিভিন্ন পেট্রোল উৎপন্ন হয়।

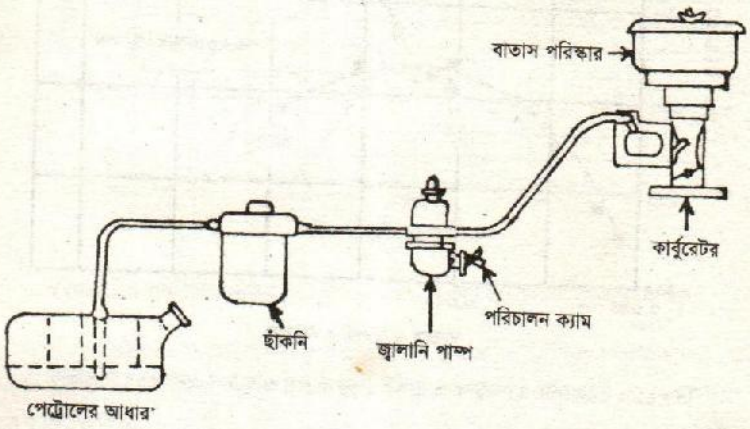
বিভিন্ন পেট্রোলের বৈশিষ্ট্য ভিন্ন। বিভিন্নভাবে প্রস্তুত পেট্রোলের গঠন অনুযায়ী মিশ্র উপাদান, অকটেন নাম্বার, উদ্বায়ীতা ইত্যাদির মধ্যে পার্থক্য থাকে। এজন্য রাসায়নিকভাবে শোধন করে বিভিন্ন জাতের পেট্রোল পরস্পরের সাথে মিশে যে মিশ্র পেট্রোল পাওয়া যায়, তা

মোটরযানে ব্যবহারের জন্য কার্যোপযোগী করে প্রস্তুত হয়। যেমন—উচ্চ অকটেন নাম্বার বিশিষ্ট পেট্রোল অধিক উন্নত, এটি দামেও বেশি। ফুয়েল ব্যবহারে পেট্রোল ইঞ্জিনে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না বা কম হয়। সে কারণে অকটেন নাম্বার, সীসার সাথে মিশ্রণ প্রতিক্রিয়া, উদ্বায়ীতা, তাপীয়মান এবং স্থায়িত্ব ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য মোটরযানের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী যাতে কার্যোপযোগী হয় সেদিক বিবেচনা করে পেট্রোল উৎপন্ন হয়।

১১.২ পেট্রোল ফুয়েলের ব্যবহার

স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিনে পেট্রোলসহ অন্য যেসব ফুয়েল ব্যবহৃত হয় তা নিম্নরূপ :

(১) পেট্রোল,
(২) প্রোপেন,
(৩) প্রাকৃতিক গ্যাস, প্রাথমিকভাবে মিথেন,
(৪) ব্লাস্ট ফার্নেস অথবা সিউয়েজ গ্যাস,
(৫) বিস্ফোরক।



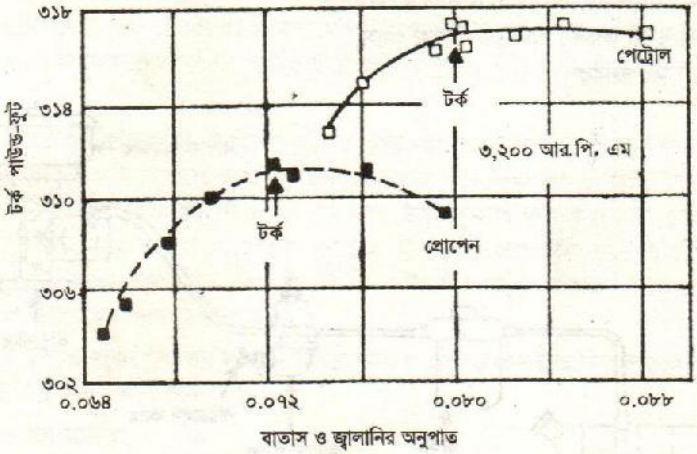
চিত্র ১১.১ : পেট্রোল ইঞ্জিনের ফুয়েল পদ্ধতি।

এসব ফুয়েল পেট্রোলিয়াম জাত এবং উপজাত। দুই স্ট্রোক ও চার স্ট্রোক পেট্রোল ইঞ্জিনে পেট্রোল ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়। উচ্চ গতিবেগসম্পন্ন যানবাহন ও উড়োজাহাজের ইঞ্জিনে অকটেন বা ১০০ অকটেন ব্যবহৃত হয়। গ্রহণ স্ট্রোকে বাতাস ও পেট্রোলের মিশ্রণ ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে প্রবেশ করে এবং এটির মধ্যে স্পার্ক প্লাগ অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটালে ইঞ্জিনে শক্তি উৎপন্ন হয়। কার্বুরেটরের থ্রটল ভালভ এই মিশ্রণের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে। যানবাহনে ফুয়েল সংরক্ষণের জন্য ছোট–বড় ফুয়েল আধার সংযোজিত থাকে।

অল্প চাপের গ্যাসকে পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহার করা হয়। দুই ও চার স্ট্রোক ছোট আকারের পেট্রোল ইঞ্জিনে তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ও রূপান্তরিত প্রাকৃতিক গ্যাস ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

ব্লাস্ট ফার্নেস ও সিওয়েজ গ্যাস ফুয়েল ব্যবহারে ইঞ্জিনের মধ্যে কার্বন জমা হওয়ার পরিমাণ কমে এবং এটি লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে মিশে যায় না।

পেট্রোল ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে খুব অনুর্বর মিশ্রণ ব্যবহার করে অধিক টর্ক অর্জন করা সম্ভব নয়। প্রোপেন ফুয়েলের উর্বরতা বৃদ্ধি পেলে টর্ক কমে যায়, কিন্তু পেট্রোলের ক্ষেত্রে তা হয় না। যেহেতু প্রোপেন গ্যাস বাতাস বের করে দেয় ফলে ইঞ্জিনের আয়তনিক দক্ষতা হ্রাস পায়। প্রোপেন ফুয়েল ব্যবহৃত ইঞ্জিনের গ্রহণ তাপমাত্রা কম রাখা হয় বিধায় এ ফুয়েলে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না। ১১.২ চিত্রে প্রোপেন ও পেট্রোলসহ টর্কের উপর বাতাস ও ফুয়েল অনুপাতের প্রতিক্রিয়া দেখানো হয়েছে। এই চিত্রানুযায়ী প্রোপেনের পরিবর্তে পেট্রোল ব্যবহারে টর্ক বৃদ্ধি পেলে দহনজনিত আওয়াজের পরিমাণ কম হয় এবং প্রোপেন ফুয়েল দহনে ইঞ্জিনে কার্বন জমার পরিমাণ খুবই কম হয়।



চিত্র ১১.২ : প্রোপেন ও পেট্রোলসহ টর্কের উপর বাতাস ও ফুয়েল অনুপাতের প্রতিক্রিয়া।

ইঞ্জিনে ফুয়েল হিসেবে অ্যালকোহল এককভাবে অথবা পেট্রোলের সাথে মিশিয়ে ব্যবহার করলে ভালো ফল পাওয়া যায়। দ্রুতগামী মোটরযানে ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে উত্তম ফুয়েল হিসেবে মিথানল ব্যবহৃত হয়। ১১.৩ চিত্রে V-৪ ইঞ্জিনে মিথানল ও পেট্রোল দিয়ে কার্যসম্পাদনের তুলনামূলক ছক দেখানো হয়েছে। মিথানল ইঞ্জিনের শুধু কার্য সম্পাদনের হারই বৃদ্ধি করে না, এটি ইঞ্জিনের অন্তঃস্থ শীতলীকরণ কাজেও সহায়তা করে।

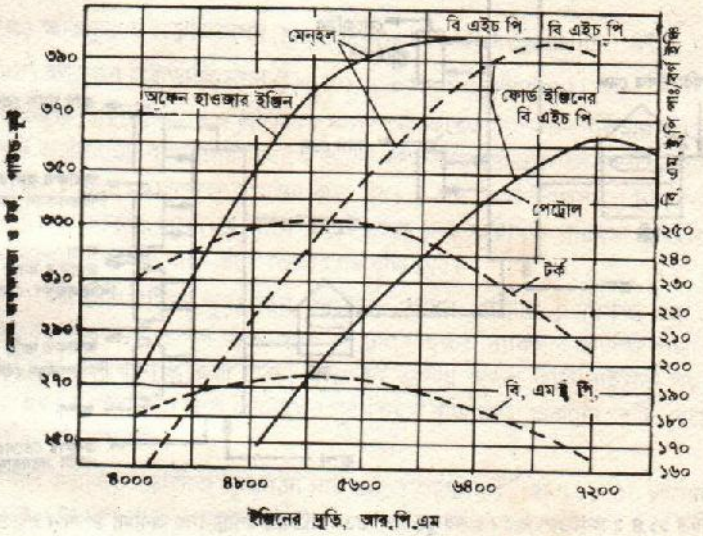
১১.৩ পেট্রোল ফুয়েলের শোধন প্রক্রিয়া

পেট্রোল ফুয়েলকে শোধন করতে নিম্নবর্ণিত শোধন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(ক) স্ট্রেইটরান পদ্ধতি,

(খ) তাপীয় ক্র্যাকিং পদ্ধতি,

(গ) ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পদ্ধতি,
(ঘ) হাইড্রো–ক্র্যাকিং পদ্ধতি,
(ঙ) ক্যাটালাইটিক পুনঃগঠন পদ্ধতি,
(চ) অ্যালকাইলেট পদ্ধতি।



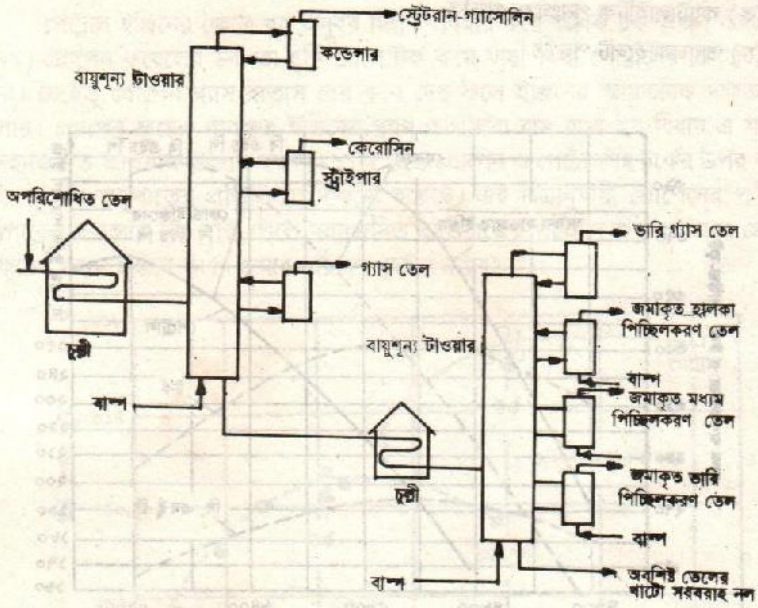
চিত্র ১১.৩ : মিথানল ও পেট্রোল দিয়ে V–৪ ইঞ্জিনে কার্য সম্পাদনের তুলনামূলক ছক।

অপরিশোধিত তেল প্রক্রিয়াজাত করার প্রথম ধাপ হচ্ছে বিভিন্ন স্ফুটনাংকের তেলকে বিভিন্ন ভাগে পাতন করে পৃথক করা। একটি ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারে অনবরতভাবে এই পৃথককরণ প্রক্রিয়া পরিচালিত হয়। অপরিশোধিত তেলের পরিশোধনে দুই ধাপবিশিষ্ট পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়।

প্রাথমিক পাতন হতে প্রাপ্ত পেট্রোলকে 'স্ট্রেইটরান পেট্রোল' বলে। এক ধাপ বিশিষ্ট পাতন বায়ুমণ্ডলীয় চাপে একক টাওয়ার ব্যবহারে সম্পাদিত হয়। এক্ষেত্রে উৎপন্ন দ্রব্য ডিস্টিলেট ফুয়েল ও গ্যাস তেল যেমন—পেট্রোল এবং পরিশেষে ফুয়েল তেল ও অ্যাসফাল্ট পাওয়া যায়। তবে একটি সাহায্যকারী টাওয়ার হতে অধিক উদ্বায়ী অংশ বা পেট্রোল বের করা হয়।

এই পেট্রোলের সাথে প্রাকৃতিক গ্যাস হতে প্রাপ্ত পেট্রোল মিশ্রিত করে পরিপূর্ণ পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়। স্ট্রেইটরান শোধন পদ্ধতিতে ৫% অ্যারোমেটিক, ৭০% প্যারাফিন, ২৪% ন্যাফথিন এবং ১% অলিফিন গ্রুপের পেট্রোল উপাদান পাওয়া যায়। ১১.৪ চিত্রে বায়ুমণ্ডলীয়

টাওয়ারের উপরের দিক থেকে স্ট্রেইটরান পেট্রোল উৎপন্ন ও সংগ্রহের প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১১.৪ : অপরিশোধিত তেলের দুই ধাপ পাতন প্রক্রিয়ায় পেট্রোলসহ অন্যান্য উপাদান প্রস্তুত।

(খ) তাপীয় ক্র্যাকিং পেট্রোল শোধন প্রক্রিয়া : লুব্রিক্যাটিং তেল উৎপন্ন করার সময় কিছু পেট্রোল পাওয়া যায়। লুব্রিক্যাটিং তেলকে উচ্চ স্ফুটনাংকবিশিষ্ট অপরিশোধিত তেল বলে। এ তেলকে ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারে তাপীয় ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে বিয়োজন করা হয়। এ কাজে দুই ধাপবিশিষ্ট পাতন প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। এ প্রক্রিয়ায় প্রথম টাওয়ার বায়ুমণ্ডলীয় চাপে এবং দ্বিতীয় টাওয়ার নিম্নচাপে চালিত হয়। পাতিত ফুয়েল এবং পেট্রোল প্রথম টাওয়ার থেকে পাওয়া যায়।

(গ) ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পেট্রোল শোধন প্রক্রিয়া : এ শোধন প্রক্রিয়া মূলত ক্যাটালাইট নির্ভরশীল। এ পদ্ধতিতে বেনটোনাইট কাদা এবং সিলিকা এলুমিনা ক্যাটালাইট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। ক্যাটালাইট নিজে গলে না, ক্ষয় হয় না, নষ্ট হয় না তবে এটি অন্য পদার্থকে বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিশ্লেষণ করতে সহায়তা করে। এক্ষেত্রে তাপীয় ক্র্যাকিং অপেক্ষা ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পদ্ধতি অধিক কার্যকর। কারণ এ পদ্ধতিতে বেশি এবং উন্নতমানের পেট্রোল পাওয়া যায়। এ পদ্ধতিতে প্রচুর পরিমাণ ফুয়েল পাওয়া যায় যা গৃহস্থালি কাজে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত পেট্রোলকে ক্র্যাকড পেট্রোল ও প্রাপ্ত গ্যাসকে ক্র্যাকড গ্যাস বলে।

(ঘ) হাইড্রো ক্র্যাকিং পেট্রোল শোধন প্রক্রিয়া : এটি এমন একটি পদ্ধতি যেখানে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সাথে হাইড্রোজেনের সংযোগ ঘটালে একটি বৃহৎ প্যারাফিনের সৃষ্টি হয়। যেমন—

$$C_8H_{16} + H_2 \longrightarrow C_8H_{18}$$

হাইড্রোজিনেশন দুই প্রকার, যথা—

(অ) ক্ষতিমুক্ত হাইড্রোজিনেশন (Non-destructive Hydrogenation) এবং

(আ) ক্ষতিকর হাইড্রোজিনেশন (Destructive Hydrogenation)।

ক্ষতিমুক্ত হাইড্রোজিনেশন প্রক্রিয়ায় অসম্পৃক্ত ফুয়েল, যেমন—পলিমার পেট্রোলকে সঙ্গতিপূর্ণ ক্যাটালাইট ব্যবহারের মাধ্যমে (৭০০° ফাঃ তাপমাত্রা এবং প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ২০০ পাউন্ড চাপে) সম্পৃক্ত ফুয়েলে রূপান্তর করা হয়। এ পদ্ধতিতে উৎপন্ন পেট্রোল সালফার মুক্ত হয়। এই জাতীয় ফুয়েলের সাথে টেট্রাইথাইল লেড পরিমিত পরিমাণ ব্যবহার করে কার্যকর ফলাফল পাওয়া যায়। এতে তেলের ধর্ম বৃদ্ধি পায়।

(ঙ) ক্যাটালাইটিক পুনঃগঠন পেট্রোল শোধন প্রক্রিয়া : ন্যাফথা এক প্রকার হাইড্রোকার্বন যার প্রায় সম্পূর্ণ অংশ হচ্ছে পেট্রোল। এজন্য ন্যাফথার ক্র্যাকিং পদ্ধতিকেই ক্যাটালাইটিক পুনঃগঠন প্রক্রিয়া বলে। পুনঃগঠন তাপীয় অথবা ক্যাটালাইটিক পদ্ধতিতে সংঘটিত হয়। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত পেট্রোলের গুণগতমান বৃদ্ধি পায়, অকটেন রেটিং বেড়ে যায় এবং স্ফুটনাঙ্ক কমে যায়।

থার্মাল ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে পুনঃগঠন ঘটে ৯০০° ফারেনহাইট হতে ১১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় এবং চাপ থাকে প্রতিবর্গ ইঞ্চিতে ২০০ পাউন্ড হতে ১০০০ পাউন্ড।

(চ) অ্যালকাইলেট পেট্রোল শোধন প্রক্রিয়া : এ পদ্ধতিতে বৈসাদৃশ্য পরমাণু ক্যাটালাইটের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। সাধারণত হালকা অলিফিন্ গ্যাস এবং আইসোপ্যারাফিন গ্যাসের মধ্যে বিক্রিয়ার ফলে বৃহৎ চেইন প্যারাফিনের সৃষ্টি হয়, যা তরল আকৃতির। এগুলোর অকটেন রেটিং ১০০ ভাগ এর উপরে। এ জাতীয় পেট্রোলকে ক্যাটালেট বলে। এটি উড্ডোজাহাজের ফুয়েল তৈরির মিশ্র উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে চাপ থাকে প্রতি বর্গইঞ্চিতে ৫০ পাউন্ড এবং তাপমাত্রা থাকে ৫০০° ফারেনহাইট। আইসোঅকটেন তৈরি হয় ক্যাটালাইটিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে। এ পদ্ধতিতে ক্যাটালাইট হিসেবে সালফিউরিক এবং হাইড্রোক্লোরিক এসিড ব্যবহৃত হয়।

১১.৪ পেট্রোলের মিশ্রণ প্রক্রিয়া (The blending of petrol)

প্রাকৃতিক গ্যাস হতে ভারি হাইড্রোকার্বন জাতীয় পদার্থ মুক্ত করে প্রাকৃতিক পেট্রোল উৎপন্ন করা হয়। প্রাকৃতিক পেট্রোলকে এক ধরনের মূল্যবান মিশ্রণকারী উপাদানরূপে গণ্য করা হয়। চূড়ান্ত পর্যায়ের পেট্রোল তৈরি করতে প্রাকৃতিক পেট্রোল মিশ্রিত করার দরকার হয়। উদ্বায়ীতা পেট্রোলের অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য। উদ্বায়ীতা সমন্বয় করতে বিভিন্নভাবে পাওয়া পেট্রোল পরস্পরের সাথে মিশাতে হয়। শোষণ, ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন, ক্র্যাকিং, পলিমারকরণ, অ্যালকাইলেশন, হাইড্রোজিনেশন, অ্যারোমেটাইজেশন, আইসোমেরাইজেশন

ইত্যাদি পরিশোধন পদ্ধতির মাধ্যমে অপরিশোধিত তেল হতে সৃষ্ট ভারি হাইড্রোকার্বন উপাদান থেকে পেট্রোল উৎপন্ন হয়। উল্লিখিত পরিশোধন পদ্ধতি দ্বারা ধাপে ধাপে প্রাকৃতিক পেট্রোল, স্ট্রেইটরান পেট্রোল, ক্র্যাকড্ পেট্রোল, পলিমার পেট্রোল, অ্যালকাইলেট ইত্যাদি উৎপন্ন করা হয়।

বিভিন্ন পেট্রোলের বৈশিষ্ট্য বিভিন্ন থাকে। বিভিন্নভাবে প্রস্তুত পেট্রোলের গঠন অনুযায়ী মিশ্র উপাদান, অকটেন নাম্বার, উদ্বায়ীতার মধ্যেও পার্থক্য থাকে। এজন্য রাসায়নিক শোধন করে বিভিন্ন জাতের পেট্রোল পরস্পরের সাথে মিশিয়ে যে মিশ্র পেট্রোল বা পেট্রোল উৎপন্ন হয় সেটি মোটরযানে ব্যবহারের জন্য কার্যোপযোগী করে প্রস্তুত করা হয়। অকটেন নাম্বার, সীসার মিশ্রণ প্রতিক্রিয়া, উদ্বায়ীতা, তাপীয়মান এবং স্থায়িত্ব প্রভৃতি বৈশিষ্ট্য মোটরযানের স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী যেন কার্যোপযোগী হয় এবং সেভাবেই পেট্রোল প্রস্তুত করা হয়।

১১.৫ পেট্রোল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা ও ইঞ্জিনের উপর এটির প্রতিক্রিয়া

তরল পদার্থের বাষ্পীভূত হওয়ার প্রবণতাকে উদ্বায়ীতা বলে। ফুয়েলের ক্ষেত্রে এটি একটি বিশেষ বৈশিষ্ট্য। উচ্চ উদ্বায়ীতাবিশিষ্ট ফুয়েল দ্রুত বাষ্পীভূত হয় এবং কম উদ্বায়ীতাবিশিষ্ট ফুয়েল অপেক্ষাকৃত ধীরে ধীরে বাষ্পীভূত হয়। সহজভাবে ইঞ্জিন চালু করা, মোটরযানে উত্তম ত্বরণ সৃষ্টি করা প্রভৃতি কারণে ইঞ্জিনে অধিক উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। আবার প্রয়োজনের অধিক উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করলে পেট্রোল ইঞ্জিনের ফুয়েল পদ্ধতিতে ভ্যাপার লক, কার্বুরেটর আইসিং প্রভৃতি ত্রুটি ঘটে। কিন্তু ক্ষেত্রবিশেষে নিম্ন উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করলে এই ত্রুটি ঘটে না।

চিত্র ১১.৫ : রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র।

সুতরাং সুষম অনুপাতের একাধিক হাইড্রোকার্বন সমন্বয়ে গঠিত এমন উদ্বায়ীতা সম্পন্ন পেট্রোলের প্রয়োজন যা ইঞ্জিনকে সচল রাখে। পেট্রোলের উদ্বায়ীতা পরিমাপ করতে রিড বাষ্প চাপ পরিমাপক যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলের ক্ষেত্রে এই ভ্যাপারের চাপ ৪০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ০.৫ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার হতে ১.২ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার পর্যন্ত হয়। ১১.৫ চিত্রে রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র দেখানো হয়েছে। পেট্রোল অধিক উদ্বায়ীবিশিষ্ট ফুয়েল বিধায় এটির পাত্রের মুখ খোলা রাখলে আস্তে আস্তে এ ফুয়েল উড়ে যায় এবং ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েল মিশ্রণের মধ্যে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটলে সহজে দহন ঘটে। অপরদিকে ডিজেল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা কম ও স্ফুটনাংক বেশি বিধায় এটি দেরিতে বাষ্পীভূত হয় এবং পাত্রের মুখ খোলা রাখলেও এ ফুয়েল উড়ে যাওয়ার হার কম।

ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনের উপর পেট্রোলের উদ্বায়ীতার প্রভাব বা প্রতিক্রিয়া নিম্নরূপ :

(১) **সহজে চালুকরণ** (Easy starting) : ঠাণ্ডা এবং যে কোনো আবহাওয়ায় ইঞ্জিনকে সহজে চালু করতে পেট্রোলের কিছু অংশের উচ্চ উদ্বায়ীতার প্রয়োজন হয়। ফুয়েলের অধিক উদ্বায়ী অংশের উদ্বায়ীতাকে সম্মুখ প্রান্তিক উদ্বায়ীতা বলে। পেট্রোলের এই অংশের উদ্বায়ীতা সাধারণত এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষার শতকরা ১০ ভাগ পাতনের তাপমাত্রাকে বোঝায়। পেট্রোল ইঞ্জিনের ক্র্যাকিং ঘূর্ণন গতিতে ফ্রন্ট এন্ড ভেলোসিটি বৃদ্ধি অর্থাৎ এ.এস.টি.এম পাতনের শতকরা ১০ ভাগ তাপমাত্রা কমলে ইঞ্জিন সহজে চালু হয়। পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রা গড়ে প্রতি ১০° ফারেনহাইট কমে যাওয়ার ফলে শতকরা প্রথম ১০ ভাগ পাতনের তাপমাত্রা ১০° ফারেনহাইট কমে যায়।

(২) **ভ্যাপার লক থেকে মুক্তকরণ** (Free from vapor lock) : পেট্রোল ফুয়েল অতিমাত্রায় উদ্বায়ী হলে ইঞ্জিনের কার্যকর তাপমাত্রার সাথে ফুয়েল সরবরাহ লাইন ও পাম্পের মধ্যে বাষ্প উৎপন্ন হয়ে লাইন আটকে দেয়, এটিকে ভ্যাপার লক বলে। ফুয়েল সরবরাহে ত্রুটি ঘটলে ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে যায়। এক্ষেত্রে ইঞ্জিনে কম উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করতে হয়।

(৩) **দ্রুত উত্তপ্ত হওয়া** (Quick warm up) : ইঞ্জিনে অধিক উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করলে ইঞ্জিন চালু হওয়ার পরপরই এটি দ্রুত স্বাভাবিক পর্যায়ের উষ্ণতা প্রাপ্ত হয়। আবার ইঞ্জিন চালু হওয়া মাত্রই কিছু পরিমাণ পেট্রোল যদি পরপরই উদ্বায়ী হতে পারে তাহলেও ইঞ্জিন দ্রুত গরম হয়। এক্ষেত্রে ফুয়েলের উদ্বায়ীতার মাত্রা সহজে চালু করার উদ্বায়ীতার মাত্রা অপেক্ষা কম। কারণ কার্বুরেটরে এ সময় প্রবাহিত বাতাসের গতি বেশি। তাছাড়া মেনিফোল্ড এবং সিলিন্ডারে বাতাসের যে প্রচণ্ড আলোড়ন সূচিত হয় তাতে পেট্রোল সহজেই উদ্বায়ী হয়।

(৪) **মসৃণ ত্বরণ সৃষ্টি** (Creation of smooth acceleration) : পেট্রোলের কিছু অংশের উদ্বায়ীতা বেশি হলে ত্বরণ সৃষ্টির জন্য একসেলারেটরের থ্রটল খোলা মাত্রই কার্বুরেটর থেকে ইঞ্জিন সিলিন্ডারে বাতাস প্রবাহের পরিমাণ বেড়ে যায় এবং এ সময়ে একসেলারেটর পাম্প অতিরিক্ত ফুয়েল সরবরাহ করে। ফলে ইঞ্জিনে সর্বদাই সুষম ত্বরণের সৃষ্টি হয়। অন্যথায় যদি ফুয়েলে উদ্বায়ীতার পরিমাণ কম থাকে তবে এই অল্প সময়ের মধ্যে কার্বুরেটর থেকে সরবরাহকৃত ফুয়েল বাষ্পে পরিণত হবে না। ফুয়েল ছাড়াই সিলিন্ডারে কিছু পরিমাণ বাতাস প্রবেশ করবে। এতে মিশ্রণ হালকা হয়ে পড়ে এবং ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা কমে যায় ও ত্বরণ সৃষ্টিতে ব্যাঘাত ঘটে। ব্রিজম্যানের মতে ১০০° ফারেনহাইট পারিপার্শ্বিক

তাপমাত্রায় যদি পেট্রোলের শতকরা ৫০ ভাগের পাতন মাত্রা ১৫০° ফারেনহাইট হয় তাহলে ইঞ্জিনের ত্বরণ সৃষ্টি করতে ও সেটি দ্রুত উত্তপ্ত করতে এটি ভালো ফল দিবে।

(৫) **ক্র্যাঙ্কেস ডাইলিউশন হতে রেহাই পাওয়া :** পেট্রোল পর্যাপ্ত পরিমাণ উদ্বায়ী না হলে সিলিন্ডারে প্রবেশ করার সময় এর কিছু অংশ তরলাকারে থেকে যায়। এ ফুয়েল ইঞ্জিন চলার সময় ক্র্যাঙ্কেসের তেলের সাথে মিশে যায়। পিস্টন রিং ও সিলিন্ডার দেয়ালে ক্ষয়ক্ষতির কারণে এই অবস্থা প্রকট হয়। এ অবস্থা প্রতিকারের জন্য পেট্রোলের কিছু অংশ উচ্চ উদ্বায়ী হওয়া প্রয়োজন।

(৬) **ব্যয় সংকোচন** (Good economy) : পেট্রোল বা যে কোনো ফুয়েল থেকে উৎকৃষ্ট ব্যয় সংকোচন পেতে হলে ফুয়েলের তাপীয়মান ও উদ্বায়ীতা কিছু কম থাকা প্রয়োজন। তাপীয়মান ও উদ্বায়ীতার হার বেশি হলে ফুয়েল খরচের মাত্রা বেড়ে যায় এবং ব্যয় বৃদ্ধি হয়। এ কারণে পেট্রোল ফুয়েলের নির্দিষ্ট কিছু অংশের উদ্বায়ীতা কম থাকে।

১১.৬ ইঞ্জিনের কর্মসম্পাদনের উপর পেট্রোল ফুয়েলের প্রভাব (The effect of petrol fuel on the engine performance)

পেট্রোল ফুয়েল প্রয়োগের মাধ্যমে সাধারণ পেট্রোল ও অকটেন ফুয়েলের প্রভাব অনুধাবন করা যায়। ইঞ্জিনকে দক্ষতার সাথে চালানোর জন্য অধিক উদ্বায়ী মাত্রার ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। অন্যথায় ইঞ্জিনে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দিতে পারে এবং একই সাথে ইঞ্জিনের দক্ষতাও অনেকাংশে হ্রাস পায়। যেমন—যদি কম উদ্বায়ী বা সাধারণ পেট্রোল ফুয়েল ব্যবহৃত হয় তাহলে পেট্রোল ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে সঠিক মানের বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণ পাওয়ার ক্ষেত্রে জটিলতা দেখা দেয়। কার্বুরেটর দ্বারা স্প্রেকৃত ফুয়েল দ্রুত বাষ্পীভূত হয়ে বাতাসের সাথে মিশতে ব্যর্থ হলে ইঞ্জিনের প্রজ্জ্বলন প্রকোষ্ঠে ফুয়েল অসম্পূর্ণভাবে প্রজ্জ্বলিত হয়। ১১.১ চিত্রে পেট্রোল ইঞ্জিনের ফুয়েল পদ্ধতির যন্ত্রাংশ দেখানো হয়েছে। পেট্রোল ইঞ্জিনে সাধারণ পেট্রোল বা কম উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করলে নিম্নবর্ণিত প্রতিক্রিয়া দেখা দেয়। যেমন—

(১) ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে দহন ভালো হয় না। ফলে ইঞ্জিনের দক্ষতা হ্রাস পায় এবং একই সাথে ইঞ্জিনে অধিক কার্বন জমে।

(২) ইঞ্জিনে কম উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহারের ফলে ইঞ্জিন চালু হতে ব্যর্থ হয়। কারণ চালু হওয়ার সময় ইঞ্জিন ঠাণ্ডা থাকায় কম উদ্বায়ী ফুয়েল সঠিক মানের মিশ্রণ তৈরি করতে পারে না। ফলে ইঞ্জিনকে সহজে চালু করা যায় না।

(৩) সাধারণ পেট্রোল ফুয়েলে গাড়ির গতি দ্রুত ও স্বাভাবিকভাবে বাড়ানো যায় না। কারণ ত্বরণের (acceleration) সময় কার্বুরেটরের থ্রটল ভাল্ভ হঠাৎ বেশি খুলে যাওয়ার কারণে ভেনচুরিতে বায়ুপ্রবাহের পরিমাণ বেড়ে যায়। এ সময় অতিরিক্ত ফুয়েল ও বাতাসের মিশ্রণ সরবরাহ করা হলে ফুয়েলের উদ্বায়ীতা সঠিক মাত্রায় না থাকায় ত্বরণের সময় সঠিক অনুপাতের মিশ্রণ ইঞ্জিন সিলিন্ডারে যেতে পারে না। ফলে ইঞ্জিনের ত্বরণ ও কার্যকারিতা হ্রাস পায়।

(৪) সাধারণ পেট্রোলবিশিষ্ট ইঞ্জিন দ্রুত উত্তপ্ত হয় না। কারণ কম উদ্বায়ী ফুয়েলের ইঞ্জিনকে উত্তপ্ত করার ক্ষমতা কম হওয়ায় ইঞ্জিনকে কার্যকর তাপমাত্রায় আনতে অধিক সময়ের প্রয়োজন হয়। ফলে অনেক ফুয়েলের অপচয় হয়।

(৫) ইঞ্জিনে সাধারণ পেট্রোল ব্যবহার করলে ক্র্যাঙ্কেসে মিশ্রিত হওয়ার প্রবণতা বেড়ে যায়। কারণ ফুয়েলের উদ্বায়ীতা কম হওয়ার কারণে কিছু ফুয়েল তরল আকারে সিলিন্ডারের দেয়াল ঘেঁষে ক্র্যাঙ্কেসে প্রবেশ করে। এ সময় ক্র্যাঙ্কেসে প্রবেশকৃত মিশ্রণ ঠাণ্ডা হওয়ার পর সহজে বাষ্পীভূত না হওয়ায় এতে মিশ্রিত হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়।

(৬) সাধারণ পেট্রোল ফুয়েল অসম্পূর্ণ প্রজ্জ্বলনের জন্য নির্গমন গ্যাসে কার্বন মনোক্সাইডের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। এই গ্যাস খুবই বিষাক্ত হওয়ায় এটি পরিবেশকে দূষিত করে।

(৭) আবার পেট্রোল ফুয়েলে উদ্বায়ীতার পরিমাণ বেশি হলে ফুয়েল প্রবাহে বাধার সৃষ্টি হয়। এতে ইঞ্জিনের দক্ষতা হ্রাস পায় এবং ইঞ্জিন চলতে চলতে বন্ধ হয়ে যায়।

(৮) অধিক উদ্বায়ীবিশিষ্ট পেট্রোল ফুয়েল ব্যবহার করলে কার্বুরেটর আইসিং হবে। এ সময় কার্বুরেটরের প্রধান নজল ও ভেনচুরিতে অতি দ্রুত বাষ্পীভবন (evaporation) হওয়ার কারণে তাপমাত্রা অতি দ্রুত কমতে থাকে। এভাবে ঠাণ্ডা হতে হতে এমন এক পর্যায় আসে যখন কার্বুরেটরের বিভিন্ন যন্ত্রাংশে বরফ জমে। বিশেষ করে থ্রটল ভাল্‌ভ ও এটির আশেপাশে বরফ জমে জ্যাম হয়ে যায়। এ সমস্যাটি সবচেয়ে বেশি দেখা দেয় উড়োজাহাজের ইঞ্জিনে।

(৯) অধিক উদ্বায়ীবিশিষ্ট পেট্রোল ফুয়েল সংরক্ষণে সমস্যা দেখা দেয়। যেসব আধারে এ ফুয়েল জমা করা হয় তাতে অতিরিক্ত ভ্যাপার জমা হওয়ার কারণে ফুয়েল মজুদে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দেয়।

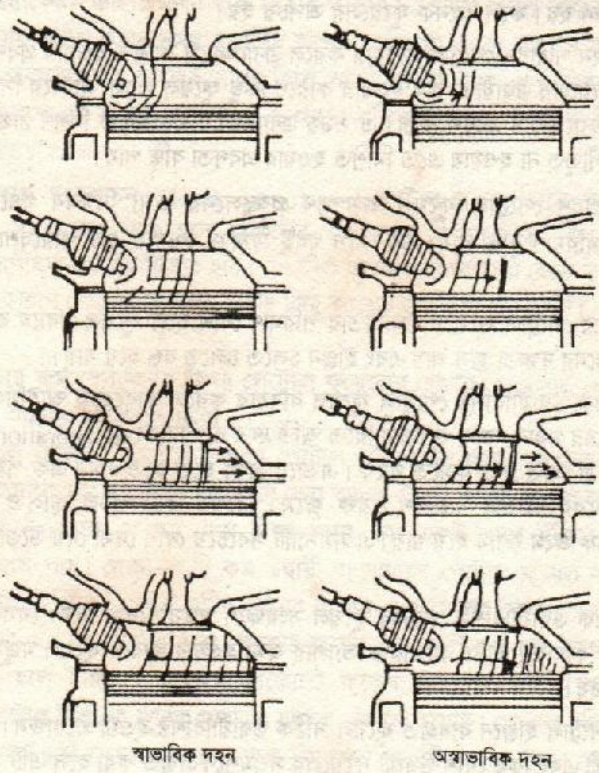
এজন্য পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত ফুয়েল সঠিক উদ্বায়ীবিশিষ্ট হওয়া প্রয়োজন। এ ফুয়েল কিছু কম উদ্বায়ী এবং কিছু বেশি উদ্বায়ী ফুয়েলের সংমিশ্রণে প্রস্তুত করা হলে এটি উপরিউক্ত অসুবিধা কাটিয়ে সঠিকভাবে ইঞ্জিনকে চালনা করতে পারে।

১১.৭ পেট্রোল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য (The characteristics of petrol fuel)

পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত পেট্রোল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ :

(১) অযাচিত শব্দের হার (knock rating) : ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে অস্বাভাবিক দহনের ফলে যে আওয়াজের সৃষ্টি হয়, তাকে দহনজনিত আওয়াজ বা অযাচিত শব্দ বলে। এটি ইঞ্জিনের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। দেখা গেছে যে হেপটেন বিশিষ্ট ফুয়েলে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয়। কিন্তু আইসো–অকটেনবিশিষ্ট ফুয়েলে কোনো দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না। ফুয়েলে অকটেন নাম্বারের মাত্রা বাড়লে দহনজনিত আওয়াজ কমতে থাকে। উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, ৬০ অকটেনবিশিষ্ট পেট্রোল ফুয়েলের তুলনায় ৭০ অকটেনবিশিষ্ট ফুয়েলে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্নের মাত্রা কম থাকে। সুতরাং অধিক অকটেনযুক্ত ফুয়েলের অযাচিত শব্দের হার কম হয়। ১১.৬ চিত্রে অধিক অকটেনযুক্ত

ফুয়েলের স্বাভাবিক এবং কম অকটেনযুক্ত ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহনের প্রভাব দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১১.৬ : অধিক ও কম অকটেনযুক্ত ফুয়েল ইঞ্জিনের দহন প্রতিক্রিয়া।

ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত বৃদ্ধির সাথে ফুয়েলের নক প্রবণতা বা অযাচিত শব্দ উৎপন্নের হার বেড়ে যায়। অধিক কার্যদক্ষতা পাওয়ার জন্য বর্তমানে অধিক সংকোচন অনুপাতবিশিষ্ট ইঞ্জিন ব্যবহৃত হচ্ছে। এক্ষেত্রে ইঞ্জিনে অপেক্ষাকৃত অধিক অকটেন নাম্বারযুক্ত সুষম ফুয়েল পেট্রোল ব্যবহৃত হয় ফলে ইঞ্জিনে অযাচিত শব্দ উৎপন্নের হার কম বা শূন্য থাকে।

(২) **উদ্বায়ীতা** (volatility) : তরল পদার্থের বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রবণতাকে উদ্বায়ীতা বলে। উচ্চ উদ্বায়ী ফুয়েল দ্রুত বাষ্পীভূত হয় এবং কম উদ্বায়ী ফুয়েল অপেক্ষাকৃত ধীরে বাষ্পীভূত হয়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, সহজভাবে ইঞ্জিন চালু করা এবং উত্তম ত্বরণ সৃষ্টির জন্য উচ্চ উদ্বায়ী পেট্রোল ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।

আবার ইঞ্জিনে ভ্যাপার লক ও কার্বুরেটর আইসিং রোধ করার জন্য নিম্ন উদ্বায়ী ফুয়েল ব্যবহার করা হয়। সুতরাং সুষম অনুপাতের একাধিক হাইড্রোকার্বনের সংমিশ্রণে গঠিত এমন

উদ্বায়ীতা সম্পন্ন পেট্রোল প্রয়োজন যা যে কোনো আবহাওয়াতে ইঞ্জিনের সব চাহিদা পূরণ করতে সক্ষম হয়। রিড ভ্যাপার পরিমাপক যন্ত্রের সাহায্যে ফুয়েলের এ উদ্বায়ীতা নির্ণয় করা হয়। পেট্রোলের এই চাপ ৪০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ০.৫ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার হতে ১.২ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার পর্যন্ত থাকে।

(৩) **তাপীয় মান** (heating value) : যে ফুয়েলের তাপীয়মান বেশি সেটি ততবেশি উন্নত। তাই ফুয়েলের উচ্চ তাপীয়মান থাকা আবশ্যক। সব পেট্রোলের তাপীয়মান প্রায় সমান যার মাত্রা ১০,৪০০ কিলোক্যালরি/কেজি। তরল ফুয়েলের মধ্যে এই তাপীয়মানই সর্বাধিক।

(৪) **আঠার উপস্থিতি** : ফুয়েলের মধ্যে সামান্য পরিমাণ আঠা জাতীয় পদার্থ থাকে। অসম্পৃক্ত পেট্রোল বাতাসের সাথে মিশ্রিত হয়ে রাবারের মতো এই আঠালো পদার্থের সৃষ্টি করে। এই পদার্থ পেট্রোলের নক প্রতিরোধ ক্ষমতা হ্রাস করে। ফুয়েলে আঠালো পদার্থের পরিমাণ বেশি হলে এটি কার্বুরেটরের জেট বন্ধ করে দেয়। এমনকি এতে স্বয়ংক্রিয় চোক, গ্রহণ ভাল্‌ভ, পিস্টন রিং ইত্যাদি আটকে যেতে পারে এবং গ্রহণ ও নির্গমন মেনিফোল্ড দ্রুত আটকে গিয়ে এটির আয়তনিক দক্ষতা কমে যায়। সে কারণে পেট্রোল বা গ্যাসোলিনে উপস্থিত আঠার পরিমাণ কম থাকা প্রয়োজন।

(৫) **সালফারের উপস্থিতি** : পেট্রোল বা গ্যাসোলিনে সামান্য পরিমাণ সালফার থাকে। তবে মাত্রাতিরিক্ত সালফার ইঞ্জিনের জন্য ক্ষতিকর। ইঞ্জিনে সালফার তিনভাবে সমস্যা সৃষ্টি করে, যেমন—

(ক) এটি যন্ত্রাংশে ক্ষয় সাধন করে,

(খ) দুর্গন্ধ সৃষ্টি করে এবং

(গ) দুর্বল বিস্ফোরণ ঘটায়।

ফুয়েলের সাথে অধিক সালফার ঠাণ্ডা অবস্থায় সিলিন্ডারের দেয়াল এবং পাইপের ক্ষয় সাধন করে। কারণ সালফারযুক্ত জলীয় কণা উৎপন্ন করে। সালফার ইঞ্জিনের বিভিন্ন অংশে ক্ষয় সাধন করে। সালফার ইঞ্জিনের বিভিন্ন অংশ ক্ষয় করে এবং গ্যাসোলিনে এন্টিনক এজেন্ট হিসেবে প্রয়োগকৃত টেট্রা ইথাইল লেডের কার্যক্রমে ব্যাঘাত ঘটায়।

(৬) **আপেক্ষিক গুরুত্ব** : আপেক্ষিক গুরুত্ব মূলত কোনো তরল পদার্থ পানির তুলনায় কত গুণ ভারি বা হালকা তাকে বোঝায়। পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব ১ এবং পেট্রোলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭ হতে ০.৭৫। সুতরাং পেট্রোল পানি অপেক্ষা হালকা।

(৭) **আপেক্ষিক তাপ** : ফুয়েল সংরক্ষণ ও প্রবাহের ক্ষেত্রে আপেক্ষিক তাপ একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। পেট্রোলের আপেক্ষিক তাপ ০.৪৯ থেকে ০.৫ জুল/কেজি–কেলভিন থাকা আবশ্যক।

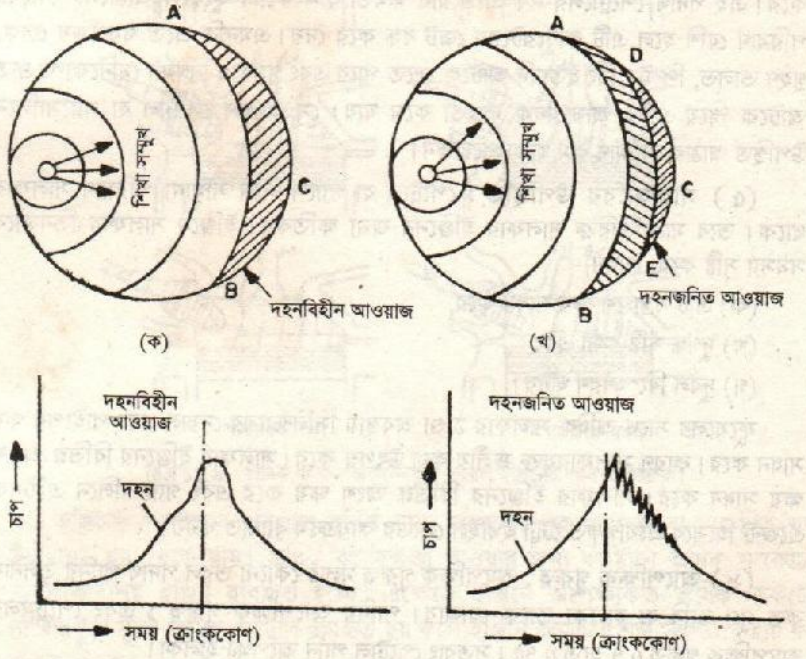
(৮) **অ্যারোমেটিক পদার্থের পরিমাণ** : এটি এমন এক প্রকার হাইড্রোকার্বন, যার প্রধান ভিত্তি হচ্ছে বেঞ্জিন। অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বনের উচ্চ নক রেটিং রয়েছে। এটি ফুয়েল পদ্ধতির তৈল সিল বা রাবার জাতীয় পদার্থের ক্ষয় সাধন করে এবং এর হিমাঙ্ক

অনেক বেশি। সুতরাং গ্যাসোলিনে অ্যারোমেটিক পদার্থের পরিমাণ একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে থাকা আবশ্যক।

(৯) **মূল্য :** মানুষ পেট্রোল ফুয়েল ব্যবহার করে বলে এর মূল্য যতটুকু সম্ভব কম রাখা উচিত। প্রতি লিটারের উপর এ মূল্য ধার্য করা হয়।

১১.৮ পেট্রোল ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহন (The abnormal combustion of petrol fuel)

পেট্রোল ইঞ্জিনে অস্বাভাবিক ফুয়েল দহনে যে অবাঞ্ছিত শব্দের সৃষ্টি হয়, তাকে দহনজনিত আওয়াজ বলে। আর যে দহনে এই শব্দ হয় তাকে অস্বাভাবিক দহন বলে। ১১.৭(ক) চিত্রে বাতাস ও ফুয়েল মিশ্রণের স্বাভাবিক এবং ১১.৭(খ) চিত্রে বাতাস ও ফুয়েল মিশ্রণের অস্বাভাবিক দহন দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১১.৭ : (ক) বাতাস ও পেট্রোল মিশ্রণের স্বাভাবিক ও (খ) এই মিশ্রণের অস্বাভাবিক দহন।

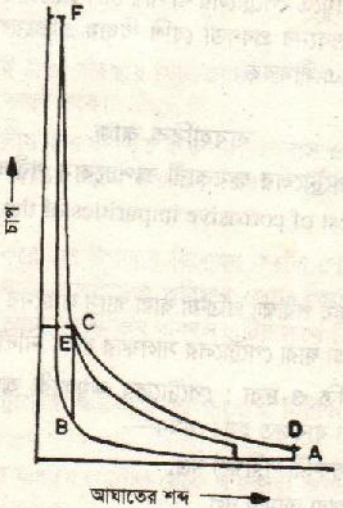
ইঞ্জিনে বাতাস ও পেট্রোলের মিশ্রণ প্রবেশ করে এবং এই মিশ্রণ স্পার্ক প্লাগ দ্বারা প্রজ্জ্বলিত হয়। কিন্তু এক সাথে সম্পূর্ণ চার্জ প্রজ্জ্বলিত হয় না। স্বাভাবিক দহনে স্পার্ক প্লাগ হতে অগ্নিশিখা রাবারের বেলুনের ন্যায় ফুলে ফুয়েলের মিশ্রণ পোড়াতে পোড়াতে প্রকোষ্ঠের অপর প্রান্তের দিকে দ্রুত অগ্রসর হতে থাকে। ১১.৭(ক) চিত্রের উপরের বাম দিকে এই দৃশ্য দেখানো হয়েছে। এমতাবস্থায় অগ্নিশিখার গতি প্রতি সেকেন্ডে ১৫ থেকে ৩০ মিটার।

অগ্নিশিখা C এর দিকে ধাবিত হতে থাকলে ABC অংশের অদাহ্যকৃত চার্জ উত্তপ্ত হয় কিন্তু এ সময় স্বয়ংক্রিয় দহন ঘটে না। ফলে অগ্নিশিখা স্বাভাবিক নিয়মে দহন প্রকোষ্ঠের শেষ প্রান্তে পৌঁছে।

কিন্তু ১১.৭(খ) চিত্রের উপরের ডানদিকের দৃশ্যানুযায়ী অস্বাভাবিক দহনে ফুয়েল মিশ্রণের শেষ অংশে অগ্নিশিখা পৌঁছানোর পূর্বেই অটো ইগনিশন সংঘটিত হয়। অটো ইগনিশন ঘটার সময় তাপমাত্রা সংকটজনক অবস্থায় পৌঁছায় বলেই এমনটি ঘটে। উচ্চ তাপমাত্রায় অবস্থানকালে চার্জের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠিত হয়ে অটো ইগনিশনের জন্য প্রস্তুত হয়। অদাহ্যকৃত চার্জ অটো ইগনিশনের জন্য প্রস্তুত হওয়ার এই সময়কে ইগনিশন ডিলে বলে।

চিত্রানুযায়ী অগ্নিশিখা AB অবস্থান হতে C-তে পৌঁছানোর প্রয়োজনীয় সময়ের চেয়ে ইগনিশন ডিলে পিরিয়ড কম হলে অগ্নিশিখা দহন প্রকোষ্ঠের শেষ প্রান্তে পৌঁছানোর পূর্বে DEC অংশে অটো ইগনিশন সংঘটিত হবে। অটো ইগনিশনের দহন সংঘটিত হয় তাৎক্ষণিকভাবে। ফলে চার্জ অত্যন্ত দ্রুত শক্তি ছেড়ে দেয় এবং এই চার্জ দ্রুত উঠানামা করে। এতে প্রচণ্ড দহনজনিত আওয়াজের সৃষ্টি হয়। এই দহনকেই মূলত পেট্রোল ইঞ্জিনের অস্বাভাবিক দহন বলে।

১১.৮ চিত্রে অটো ইগনিশন ঘটার ফলে হঠাৎ চাপ বেড়ে যাওয়ার দৃশ্য দেখানো হয়েছে। এই চাপ হঠাৎ বেড়ে গিয়ে আবার হঠাৎই কমে যায়। এতে দহন প্রকোষ্ঠের মধ্যে প্রচণ্ড কম্পনের সৃষ্টি হয় এবং এই কম্পনের জন্য প্রচণ্ড বল সৃষ্টি হয় বলে দহন প্রকোষ্ঠের মধ্যে এক প্রচণ্ড শব্দ হয়। একেই দহনজনিত আওয়াজ বলে।



চিত্র ১১.৮ : অটো ইগনিশন ঘটার ফলে হঠাৎ চাপ বেড়ে যাবার দৃশ্য।

অস্বাভাবিক দহনে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্নের সময় অগ্নিশিখার গতি হয় প্রতি সেকেন্ডে ৩০০ থেকে ১০০০ মিটার। মোটরযানের ইঞ্জিনে দহনকৃত গ্যাসের কম্পন তরঙ্গ প্রতি সেকেন্ডে ৫০০০ সাইকেল। এ অবস্থা থেকে নিষ্কৃতি পাওয়ার জন্য পেট্রোল ইঞ্জিন উচ্চ স্বয়ংক্রিয় ইগনিশন তাপমাত্রা ও দীর্ঘ ইগনিশন ডিলে হওয়া প্রয়োজন।

১১.৯ পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন (The specification of petrol fuel)

পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন নিম্নরূপ :

(১) পেট্রোল এক প্রকার হালকা বাদামি রং এর তরল ফুয়েল। তরল ফুয়েলের মধ্যে এটির উদ্বায়ীতা সবচেয়ে বেশি। তাই এই ফুয়েলের ছিপি খুলে রাখলে অন্যান্য ফুয়েলের চেয়ে অল্প সময়ের মধ্যে এটি উড়ে নিঃশেষিত হয়। রিড ভ্যাপার পরিমাপক যন্ত্র দ্বারা এটির উদ্বায়ীতা নির্ণয় করা হয় যার উদ্বায়ীতার চাপ ৪০° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় ০.৫ কেজি/ বর্গ সেন্টিমিটার হতে ১.২ কেজি/বর্গ সেন্টিমিটার পর্যন্ত হয়।

(২) পেট্রোল ফুয়েল অন্যান্য তরল ফুয়েলের চেয়ে অধিক তাপীয়মান সম্পন্ন হয় যার মাত্রা ১০,৪০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(৩) অসম্পৃক্ত পেট্রোল বাতাসের সাথে মিশে রাবারের মতো আঠালো পদার্থের সৃষ্টি করে।

(৪) গ্যাসোলিনের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭ হতে ০.৭৫ এর মধ্যে দেখা যায়।

(৫) পেট্রোলের আপেক্ষিক তাপের মাত্রা ০.৪৯ হতে ০.৫ জুল/কেজি কেলভিন।

(৬) পেট্রোলের মূল্য ডিজেল বা অন্যান্য তরল ফুয়েল অপেক্ষা বেশি।

(৭) গ্রীষ্মকালে অটোমোটিভ পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ ৯ পি.এস.আই পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য এবং শীতকালে ঠাণ্ডা জলবায়ুতে পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ ১২ পি.এস.আই পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য। সমুদ্রপৃষ্ঠ হতে উচ্চ বাষ্পীভবনের প্রবণতা বেশি বিধায় এভিয়েশন পেট্রোলের ক্ষেত্রে রিড বাষ্পীয় চাপ ৭ পি.এস.আই এ সীমাবদ্ধ।

ব্যবহারিক কাজ

পেট্রোলের ক্ষয়কারী অপদ্রব্যের পরীক্ষা

(The test of corrosive impurities of the petrol)

উদ্দেশ্য :

(১) তামার পাত ক্ষয় পরীক্ষা প্রক্রিয়া দ্বারা গ্যাস লাইনের ক্ষয় পরীক্ষণ

(২) ডাক্তারি পরীক্ষা দ্বারা পেট্রোলের সালফার ধারণ নির্দিষ্টকরণ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : পেট্রোলের ক্ষয়কারী অপদ্রব্যের নিরীক্ষণ প্রক্রিয়ায় নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(১) তামার পাত ক্ষয়কারী পরীক্ষণ যন্ত্র,

(২) তামার পাত অথবা তামার নল,

(৩) পেট্রোল,

(৪) সালফার উপাদান,

(৫) ডাক্তারি পরীক্ষণ যন্ত্র প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : পেট্রোলের ক্ষয়কারী অপদ্রব্যের নিরীক্ষণ প্রক্রিয়ার বর্ণনা নিম্নরূপ :

(১) তামার পাত ক্ষয় পরীক্ষণ প্রক্রিয়া দ্বারা গ্যাস লাইনের ক্ষয় পরীক্ষণ : পেট্রোলের মধ্যে ক্ষয়কারী অপদ্রব্য থাকলে তামার পাত অধিক হারে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। পেট্রোল পর্যাপ্ত পরিমাণে উদ্বায়ী না হলে সিলিন্ডারে প্রবেশ করার সময় এটির কিছু অংশ তরলাকারেই থেকে যায়। এটি সিলিন্ডারের দেয়াল সংলগ্ন লুব্রিক্যাটিং তেলের আবরণ ধুয়ে এমন অবস্থার সৃষ্টি করে যাতে বিনা লুব্রিক্যাটিং তেলে চলাচলের ফলে সিলিন্ডার দেয়াল, পিস্টন রিং ও পিস্টনের ক্ষয় হয়। তাছাড়া তরলাকারে থেকে যাওয়া পেট্রোল পরবর্তীতে অয়েল প্যান বা ক্র্যাঙ্কেসে প্রবেশ করে লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে মিশে যায়। ফলে লুব্রিক্যাটিং তেল এর বেশ কিছু বৈশিষ্ট্য হারিয়ে ফেলে। এতে ইঞ্জিনের বিভিন্ন অংশের ক্ষয় বৃদ্ধির সম্ভাবনা থাকে।

সিলিন্ডার হেডের গ্যাসকেটের চতুর্দিকে তামার পাতের আবরণ থাকলে এই পেট্রোলে লুব্রিক্যাটিং তেল মিশে যাওয়ার জন্য তামার পাতে ক্ষয় হবে। এক্ষেত্রে লুব্রিক্যাটিং তেল অপদ্রব্য বলে পেট্রোল থেকে তা শোধন করে বিচ্ছিন্ন করা হয়। একই সাথে ক্ষয়কৃত যন্ত্রাংশও পরিবর্তন করতে হয়। সুতরাং ক্র্যাঙ্কেস ডাইলিউশন হওয়ার ক্ষেত্রে এই পরীক্ষা করলে পেট্রোলের ক্ষয়কারী উপাদানের তথ্য পাওয়া যায়।

(২) ডাক্তারি পরীক্ষা দ্বারা পেট্রোলের সালফার ধারণ নির্দিষ্টকরণ (Determining the sulphur content of gasoline by the doctor test) : সব পেট্রোলেই কিছু সালফার থাকে। অত্যধিক সালফার ইঞ্জিনের জন্য ক্ষতিকর হয়। সালফার তিনভাবে সমস্যা সৃষ্টি করে, যেমন—

(ক) এটি দুর্গন্ধ তৈরি করে,

(খ) এটি যন্ত্রাংশ ক্ষয় করে এবং

(গ) অধিক সালফার ঠাণ্ডা অবস্থায় সিলিন্ডারের দেয়াল ও নির্গমন পদ্ধতির মাফলার এবং টেইল পাইপের ক্ষয় সাধন করে।

কারণ এ অবস্থায় জলীয় কণা ঘনীভূত হয়ে সালফিউরাস ও সালফিউরিক এসিড প্রস্তুত করে। সালফার ইঞ্জিনের বিভিন্ন অংশ ক্ষয় করে এবং পেট্রোলে এন্টিনক এজেন্ট হিসেবে প্রয়োগকৃত টেট্রা ইথাইল লেড এর কার্যক্রম ব্যাহত করে।

পেট্রোলকে পরীক্ষা করে এর উপাদান বিশ্লেষণ করলে পেট্রোলে সালফারের পরিমাণ পাওয়া যায়। এ পরীক্ষা দ্বারা সালফারের পরিমাণ জেনে পেট্রোল থেকে প্রয়োজনে কিছু সালফার উঠিয়ে নেয়া হয় অথবা বেশি-কম থাকলে এটির সাথে কিছু সালফার প্রয়োগ করতে হয়।

সাবধানতা : পেট্রোলের ক্ষয়কারী অপদ্রব্যের নিরীক্ষণে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) পরীক্ষণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে পেট্রোল থেকে ক্ষয়কারী অপদ্রব্য দূর করা।

(২) স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পেট্রোলে সালফারের পরিমাণ নির্দিষ্ট করা।

পেট্রোল থেকে ক্ষয়কারী অপদ্রব্য দূর করা একটি সূক্ষ্মতম নিরীক্ষণ। এটি যথাযথভাবে সম্পাদন করতে পারলে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। পেট্রোলে মূলত কি কি উপাদান থাকে?

উত্তর : পেট্রোল বা গ্যাসোলিনে মূলত ওজন হিসেবে প্রায় ৮৫.৭% কার্বন এবং ১৪.৩% হাইড্রোজেন থাকে।

২। পেট্রোল উৎপাদনের তিনটি পদ্ধতির নাম লিখ।

উত্তর : পেট্রোল উৎপাদনের তিনটি পদ্ধতির নাম নিম্নরূপ :

(১) শোষণ প্রক্রিয়া,

(২) ফ্র্যাকশনাল ডিস্টিলেশন প্রক্রিয়া,

(৩) ক্র্যাকিং প্রক্রিয়া।

৩। বিভিন্ন পদ্ধতি থেকে উৎপাদিত তিন ধরনের পেট্রোলের নাম লিখ।

উত্তর : বিভিন্ন পদ্ধতি থেকে উৎপাদিত তিন ধরনের পেট্রোলের নাম :

(১) প্রাকৃতিক পেট্রোল,

(২) স্ট্রেইটরান পেট্রোল,

(৩) ক্র্যাকড পেট্রোল।

৪। স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিনে ব্যবহৃত তিন ধরনের ফুয়েলের নাম লিখ।

উত্তর : স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিনে নিম্নবর্ণিত ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(১) পেট্রোল,

(২) প্রোপেন,

(৩) প্রাকৃতিক গাস।

৫। গ্যাসোলিনের কি কি সদস্য রয়েছে?

উত্তর : গ্যাসোলিনের সাধারণত চারটি সদস্য রয়েছে, যেমন—

(ক) অ্যারোমেটিক, (খ) প্যারাফিন, (গ) ন্যাফথিন এবং (ঘ) অলিফিন সদস্য।

৬। স্ট্রেইট রান পেট্রোল কি?

উত্তর : প্রাথমিক পাতন হতে প্রাপ্ত পেট্রোলকে 'স্ট্রেইট-রান-পেট্রোল' বলে।

৭। ক্যাটালাইট ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে ক্যাটালাইট হিসেবে কি ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : ক্যাটালাইট ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে ক্যাটালাইট হিসেবে বেনটোনাইট কাদা এবং সিলিকা এলুমিনা ব্যবহৃত হয়।

৮। হাইড্রোজিনেশন কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : হাইড্রোজিনেশন দুই প্রকার, যথা—

(ক) ক্ষতিমুক্ত হাইড্রোজিনেশন ও

(খ) ক্ষতিকর হাইড্রোজিনেশন।

৯। উদ্বায়ীতা কি?

উত্তর : তরল পদার্থের বাষ্পীভূত হওয়ার প্রবণতাকে উদ্বায়ীতা বলে। পেট্রোল ফুয়েল সবচেয়ে অধিক উদ্বায়ী বলে পাত্রের ছিপি খুলে রাখলে পেট্রোল উড়ে যায়।

১০। সম্মুখ প্রান্তিক উদ্বায়ীতা কি?

উত্তর : ফুয়েলের অধিক উদ্বায়ী অংশের উদ্বায়ীতাকে সম্মুখ প্রান্তিক উদ্বায়ীতা বলে। পেট্রোলের এই অংশের উদ্বায়ীতা সাধারণত এ.এস.টি.এম. পাতন পরীক্ষার শতকরা ১০ ভাগ পাতনের তাপমাত্রাকে বোঝায়।

১১। পেট্রোল ফুয়েলের তিনটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

উত্তর : পেট্রোল ফুয়েলের তিনটি বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ—

(১) অযাচিত শব্দের হার,

(২) উদ্বায়ীতা,

(৩) তাপীয়মান।

১২। পেট্রোলে সালফার অধিক থাকলে কি কি ক্ষয় হয়?

উত্তর : পেট্রোলে মাত্রাতিরিক্ত সালফার থাকলে ইঞ্জিনে নিম্নবর্ণিত ক্ষতি হয়, যেমন—

(১) এটি যন্ত্রাংশে ক্ষয় সাধন করে,

(২) দুর্গন্ধ সৃষ্টি করে,

(৩) এটি দুর্বল বিস্ফোরণ ঘটায়।

১৩। পেট্রোল ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : পেট্রোল ইঞ্জিনে অস্বাভাবিক ফুয়েল দহনে যে অবাঞ্ছিত শব্দের সৃষ্টি হয় তাকে নক বা দহনজনিত আওয়াজ বলে। আর যে দহনের কারণে এই নক হয়, তাকে অস্বাভাবিক দহন বলে।

১৪। পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : যে ধর্ম দ্বারা পেট্রোল ফুয়েলকে সহজে চিহ্নিত করা যায় তাকে পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। পেট্রোল ফুয়েলের উৎপাদন প্রক্রিয়া বলতে কি বুঝ এবং পরিশোধন প্রক্রিয়ার নাম লিখ।

উত্তর : ১১.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। পেট্রোল ফুয়েল কি কি নামে আখ্যায়িত হয় এবং সেগুলোর ব্যবহার লিখ।

উত্তর : ১১.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। পেট্রোল ফুয়েলের শোধন প্রক্রিয়া কত প্রকার ও কি কি এবং যে কোনো একটি প্রক্রিয়ার বর্ণনা লিখ।

উত্তর : ১১.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। পেট্রোলের মিশ্রণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ১১.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। পেট্রোল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা ও ইঞ্জিনের উপর এটির প্রতিক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ১১.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। পেট্রোল ফুয়েলের কি কি বৈশিষ্ট্য রয়েছে? যে কোনো ৩টি বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর : ১১.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। টীকা লিখ :

(ক) উদ্বায়ীতা, (খ) তাপীয়মান, (গ) আপেক্ষিক তাপ।

উত্তর : ১১.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। পেট্রোল ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহন কেন হয় বর্ণনা কর।

উত্তর : ১১.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। পেট্রোল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

উত্তর : ১১.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। পেট্রোল ফুয়েলের উৎপাদন প্রক্রিয়ার বর্ণনা কর।

২। বিভিন্ন পেট্রোল ফুয়েলের ব্যবহার উল্লেখ কর।

৩। পেট্রোল ফুয়েলের শোধন প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৪। পেট্রোল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা ও ইঞ্জিনের উপর এটির প্রতিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

৫। ইঞ্জিনের কর্মসম্পাদনের উপর পেট্রোল ফুয়েলের প্রতিক্রিয়া বর্ণনা কর।

৬। পেট্রোল ফুয়েলের কি কি বৈশিষ্ট্য রয়েছে? সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

৭। পেট্রোল ফুয়েলের স্বাভাবিক ও অস্বাভাবিক দহন কিভাবে উৎপন্ন হয়? বর্ণনা কর।

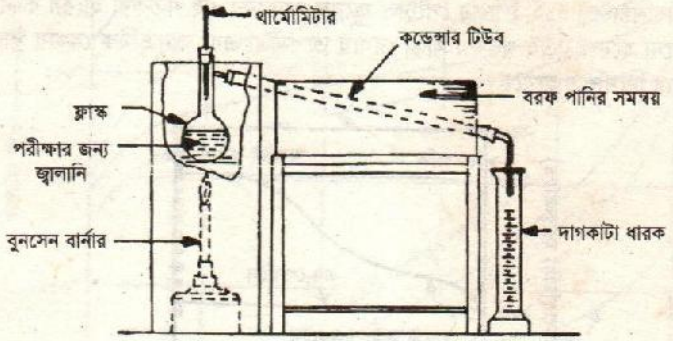
৮। পেট্রোল ফুয়েল চিহ্নিত করতে এটির স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

দ্বাদশ অধ্যায়

পেট্রোল ফুয়েল বিশ্লেষণ

১২.১ পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা (The distillation test of petrol)

পেট্রোলের পাতন পরীক্ষা দ্বারা এতে উপস্থিত উদ্বায়ীতার মাত্রা জানা যায়। একই উপাদান বিশিষ্ট ফুয়েলের স্ফুটনাংক একই থাকে না। পেট্রোল উত্তপ্ত করলে প্রথমে অতি উচ্চ উদ্বায়ী ফুয়েল বাষ্পীভূত হয়। পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষায় ১২.১ চিত্রে এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষার যন্ত্রপাতি দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১২.১ : এ.এস.টি.এম (ASTM) পাতন পরীক্ষার যন্ত্রপাতি।

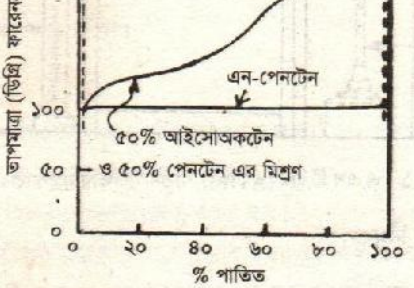
এই পরীক্ষণ যন্ত্রের যন্ত্রাংশ নিম্নরূপ :

(১) থার্মোমিটার,
(২) ফ্লাস্ক,
(৩) পরীক্ষার জন্য ফুয়েল,
(৪) বুনসেন বার্নার,
(৫) কন্ডেন্সার টিউব,
(৬) বরফ পানির সমন্বয়,
(৭) দাগ কাটা ধারক।

পরীক্ষার শুরুতে ফ্লাস্কে ১০০ মিলিমিটার পরীক্ষার ফুয়েল নেয়া হয়। একই সাথে কন্ডেন্সার টিউবটিকে বরফ পানির সমন্বয়ে ডুবিয়ে দেয়া হয়। এখন অগ্নি প্রজ্জ্বলন করলে

ফ্লাস্কের ফুয়েল উত্তপ্ত হয় এবং বাষ্পীভূত ফুয়েল কন্ডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে দাগকাটা ধারকে জমা হয়। এ সময় কত তাপে ফুয়েল বাষ্পীভূত হয়ে কন্ডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে তা থার্মোমিটারে দেখা যায়। তাপমাত্রা বাড়তে থাকলে ফুয়েলের বাষ্পীভূত হওয়ার মাত্রাও বেড়ে যায়।

যখন গ্রহণকারী ফ্লাস্কে পাতনকৃত ফুয়েলের প্রথম ফোঁটা পাতিত হয়, তখন থার্মোমিটারের তাপমাত্রা লেখা হয়। এরপর গ্রহণকারী ফ্লাস্কে ৫ মিলিলিটার, ১০ মিলিলিটার, ২০ মিলিলিটার, ৩০ মিলিলিটার, ৪০ মিলিলিটার, ৫০ মিলিলিটার, ৬০ মিলিলিটার, ৭০ মিলিলিটার, ৮০ মিলিলিটার, ১০০ মিলিলিটার এবং শেষ ফোঁটা পাতিত হওয়ার সময়ের তাপমাত্রা লিপিবদ্ধ করা হয়। পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের কিছু অংশ বাষ্পীভূত হয় না এবং অবশিষ্ট হিসেবে কিছু অংশ থেকে যায়। যে আয়তনের গ্যাসোলিন বাষ্পীভূত হয় এবং যতটুকু অবশিষ্ট থাকে, তা একত্রে পরীক্ষার জন্য গ্রহণকৃত পরিমাপের শতকরা ১০০ ভাগ পাওয়া যায় না। কারণ ফুয়েলের সর্বোচ্চ উদ্বায়ী অংশ উড়ে যায়, একে পাতন ক্ষতি (distillation loss) বলে। সুতরাং পাতন ক্ষতি = পরীক্ষাধীন ফুয়েল ১০০ ভাগ – (পাতিত অংশ + অবশিষ্টাংশ)। ১২.২ চিত্রে পেট্রোল ফুয়েল পাতনের এই শতকরা হারের বক্ররেখার গ্রাফ দেখানো হয়েছে। এই গ্রাফের খাড়া রেখায় তাপমাত্রা এবং অনুভূমিক রেখায় পাতনের শতকরা হার নির্দেশিত হয়েছে।

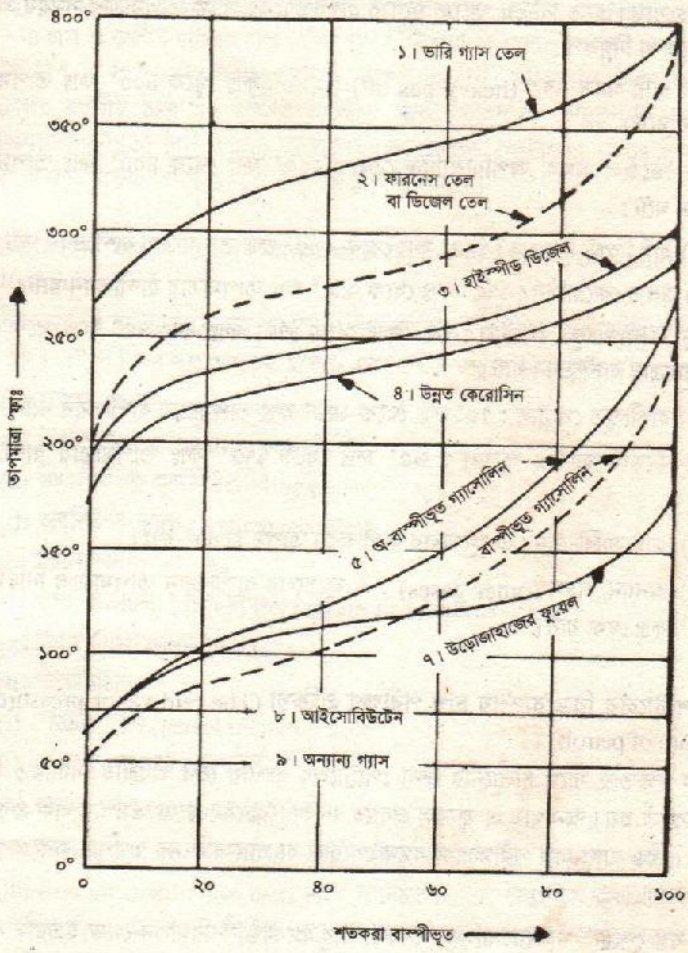


চিত্র ১২.২ : পেট্রোল ফুয়েলের পাতনের শতকরা হারের বক্ররেখার গ্রাফ।

গ্রাফ কাগজে এই পাতনের শতকরা হার দেখাতে হলে নিম্নবর্ণিত প্রক্রিয়া ব্যবহার করতে হয়। যেমন—

(১) পরীক্ষায় ৯৮° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় প্রথম ফোঁটা
(২) ১৩০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ফুয়েল পাতিত হয় ১০ মিলিলিটার
(৩) ১৭৬° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ফুয়েল পাতিত হয় ৬০ মিলিলিটার
(৪) ২০২° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ফুয়েল পাতিত হয় ৮০ মিলিলিটার
(৫) ২১০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ফুয়েল পাতিত হয় ৯০ মিলিলিটার এবং
(৬) ২১৫° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ফুয়েল পাতিত হয় শেষ ফোঁটা

গ্রাফ কাগজের একদিকে তাপমাত্রা ও অন্যদিকে ফুয়েলের আয়তন (মিলিলিটার) হিসাব মোতাবেক পয়েন্ট বসালে একটি বক্ররেখা পাওয়া যায়। এ বক্ররেখাকেই উদ্বায়ী বক্ররেখা বলে। উল্লেখ্য যে, পাতন ক্ষতি প্রথম ১০ ভাগ পাতনের সাথে যোগ করে গ্রাফ কাগজে স্থাপন করতে হয়। এক্ষেত্রে যদি শতকরা ২ ভাগ পাতন ক্ষতি হয় এবং শতকরা ১০ ভাগ পেট্রোল



চিত্র ১২.৩ : বিভিন্ন ফুয়েলের বাষ্পীভবনের সাথে তাপমাত্রার সমন্বয়ে পাতনের শতকরা হারের বক্ররেখা।

পাতনের তাপমাত্রা ১৩০° ফারেনহাইট হয় তাহলে ১৩০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় সর্বমোট শতকরা ১২ ভাগ পাতিত হয়েছে বলে গ্রাফ কাগজে নির্দেশ করা হয়। ১২.২ চিত্রে

পাতন একটি বক্ররেখা। এভাবে প্রাপ্ত পাতন বক্ররেখাকে ইঞ্জিনের কার্যকারিতার সাথে সম্পর্কযুক্ত করলে ফুয়েলের উদ্বায়ীতার মানকে স্পেসিফিকেশন হিসেবে ব্যবহার করা যায়।

এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষা ছাড়াও পেট্রোলের বাষ্পীভবন ক্ষমতা পরীক্ষা করার জন্য রিড বাষ্পীয় চাপ পরীক্ষণ প্রক্রিয়াও ব্যবহৃত হয়।

১২.৩ চিত্রে এ.এস.টি.এম. পাতন পরীক্ষার অন্য একটি শতকরা হারের বক্ররেখা দেখানো হয়েছে। এতে বিভিন্ন ফুয়েল দ্রব্যের বাষ্পীভবনের সাথে তাপমাত্রার সমন্বয় প্রদর্শন করা হয়েছে যা নিম্নরূপ :

(১) ভারি গ্যাস তেল (heavy gas oil) : ২৬০° ফাঃ থেকে ৪০০° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(২) ডিজেল অথবা অপরিশোধিত তেল : ২০৫° ফাঃ থেকে ৪০০° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৩) হাই স্পিড ডিজেল : ১৯৫° ফাঃ থেকে ৩০৫° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৪) উন্নত কেরোসিন : ১৭৫° ফাঃ থেকে ২৭৫° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৫) অ-বাষ্পীভূত পেট্রোল : ৬৫° ফাঃ থেকে ১৭৫° ফাঃ এবং ৬৫° ফাঃ থেকে ২৭০° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৬) বাষ্পীভূত পেট্রোল : ৫০° ফাঃ থেকে ২৫০° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৭) উড়োজাহাজের ফুয়েল : ৬৫° ফাঃ থেকে ১৭৫° ফাঃ তাপমাত্রায় বাষ্পীভবন ঘটে।

(৮) আইসোবিউটেন : এ ফুয়েলের বাষ্পীভবন তাপমাত্রা ৭২° ফাঃ।

(৯) অন্যান্য গ্যাস (other gases) : এ ফুয়েলের বাষ্পীভবন তাপমাত্রাও নির্দিষ্ট যার মাত্রা ৫০° ফাঃ দেখা যায়।

১২.২ পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া (The reid vapor pressure test procedure of petrol)

ইঞ্জিনকে দক্ষতার সাথে চালানোর জন্য পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ অবশ্যই নির্ধারিত সীমার মধ্যে থাকতে হয়। অন্যথায় এ ফুয়েল প্রবাহে ও কার্বুরেটরের মধ্যে ভ্যাপার লক প্রবণতার সৃষ্টি হয়। রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষার মাধ্যমে পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের ভ্যাপার লক প্রবণতার পরিমাণ জানা যায়।

এ যন্ত্র পেট্রোল বা গ্যাসোলিন প্রকোষ্ঠ, বায়ু প্রকোষ্ঠ, পরিমাপন গেজ ইত্যাদি যন্ত্রাংশ ধারণ করে। এ যন্ত্রে ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় পেট্রোলের একটি নমুনা পরীক্ষাকালে বাষ্পীভূত করা হয়। এ যন্ত্রের যে প্রকোষ্ঠে বাতাস থাকে তার আয়তন পেট্রোলের আধারের চারগুণ। অর্থাৎ বাতাসের প্রকোষ্ঠ, নমুনা পেট্রোল প্রকোষ্ঠের চেয়ে চার গুণ বড়।

এ পরীক্ষার সময় পেট্রোলের একটি ঠাণ্ডা নমুনা রেখে এটিকে ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রা যুক্ত পানির পাত্রে স্থাপন করা হয়। বার্ডন চাপ গেজে বাতাস ও জলীয় বাষ্পের চাপসহ ফুয়েল বাষ্পের চাপ পাওয়া যায়। বাতাস ও জলীয় বাষ্পের চাপ হিসাব করে উল্লিখিত গেজ চাপ থেকে বিয়োগ করলে ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় পেট্রোল বাষ্পের চাপ পাওয়া যায়।

সুতরাং ১০০° ফাঃ তাপমাত্রায় পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ = বাতাস ও জলীয় বাষ্পের গেজ চাপ – বাতাস ও জলীয় বাষ্পের চাপ। উল্লেখ্য যে, গ্রীষ্মকালে মোটরযানে ব্যবহৃত পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ ৯ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি এর কম থাকা বাঞ্ছনীয়। শীতকালে ঠাণ্ডা জলবায়ুতে পেট্রোলের বাষ্পীয় চাপ ১২ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি থাকা আবশ্যক। সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে উচ্চে বাষ্পীভবনের প্রবণতা বেশি বিধায় উড়োজাহাজে ব্যবহৃত পেট্রোলের ক্ষেত্রে রিড বাষ্পীয় চাপের মাত্রা ৭ পাউন্ড/বর্গইঞ্চি–তে সীমাবদ্ধ রাখা যুক্তিযুক্ত।

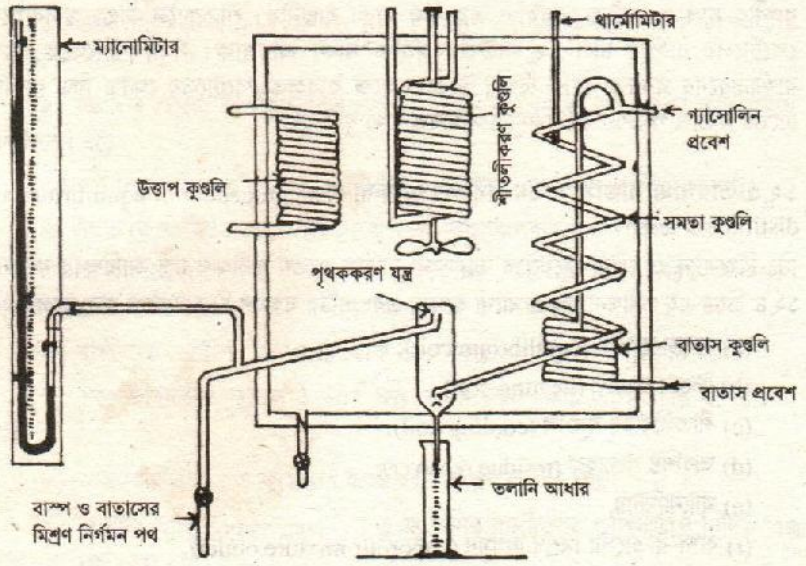
১২.৩ ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষণ প্রক্রিয়া (The procedure of equilibrium air distillation test)

মিঃ ব্রিজম্যান ও ব্রাউন ফুয়েলের ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন। ১২.৪ চিত্রে এই পরীক্ষণ যন্ত্র দেখানো হয়েছে এবং এটির যন্ত্রাংশ নিচে উল্লেখ করা হলো—

(a) সমতা কুণ্ডলি (equilibrium coil),
(b) উত্তাপ কুণ্ডলি (heating coil),
(c) শীতলীকরণ কুণ্ডলি (cooling coil),
(d) অবশিষ্ট সংগ্রাহক (residue receiver),
(e) ম্যানোমিটার,
(f) বাষ্প–বাতাসের মিশ্রণ নির্গমন (vapor-air mixture outlet),
(g) পৃথককারক (separator),
(h) থার্মোমিটার,
(i) পেট্রোল গ্রহণ (petrol intake),
(j) বাতাসের কুণ্ডলি (air coil),
(k) বাতাস গ্রহণ (air intake) প্রভৃতি।

পেট্রোল ফুয়েল ও বাতাসের এই পরীক্ষা ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষা (equilibrium air distillation test) নামে পরিচিত। a–তে উল্লিখিত কুণ্ডলির মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ 'b' অথবা 'c' শীতক দ্বারা ধ্রুব তাপমাত্রায় রাখা হয়। বাষ্পীভবন প্রক্রিয়াকে সাম্যাবস্থায় রাখার জন্য যন্ত্রাংশের পথের দৈর্ঘ্য সেই অবস্থায় রাখতে হয়। ফুয়েলের যে অংশ বাষ্পীভূত হয় তা 'd' তে জমা হয় এবং গ্রহণকৃত ফুয়েল এবং এর পার্থক্য থেকে বাষ্পীভূত ফুয়েলের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। বিভিন্ন তাপমাত্রার স্তরে এ যন্ত্রে বারবার একই পরিমাণ বাতাস ও ফুয়েল দুটি ভিন্নপথে প্রবেশ করে বলে এতে বাতাস ও ফুয়েলের একটি উদ্বায়ী

বক্ররেখা পাওয়া যায়। এ সময় বাতাস ও ফুয়েল একত্রে দীর্ঘপথ অতিক্রম করে ফলে এগুলো একে অপরের সাথে মিশ্রিত হওয়ার সুযোগ পায়। পরীক্ষা প্রকোষ্ঠে একটি উত্তাপ কুণ্ডলি এবং একটি শীতলীকরণ কুণ্ডলি সংযুক্ত থাকে। এজন্য উক্ত প্রকোষ্ঠে তাপমাত্রা কমানো-বাড়ানো সহজ হয়। থার্মোমিটার দ্বারা প্রকোষ্ঠের তাপমাত্রা বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণকে বাষ্পীভূত হতে সহায়তা করে। এ বাষ্পীভূত মিশ্রণ কুণ্ডলি থেকে একটি পৃথককরণ যন্ত্রে প্রবেশ করে। এ যন্ত্রে বাষ্পীভূত মিশ্রণ ও অবাষ্পীভূত মিশ্রণ বা ফুয়েল, তলানি আধারে জমা হয়।

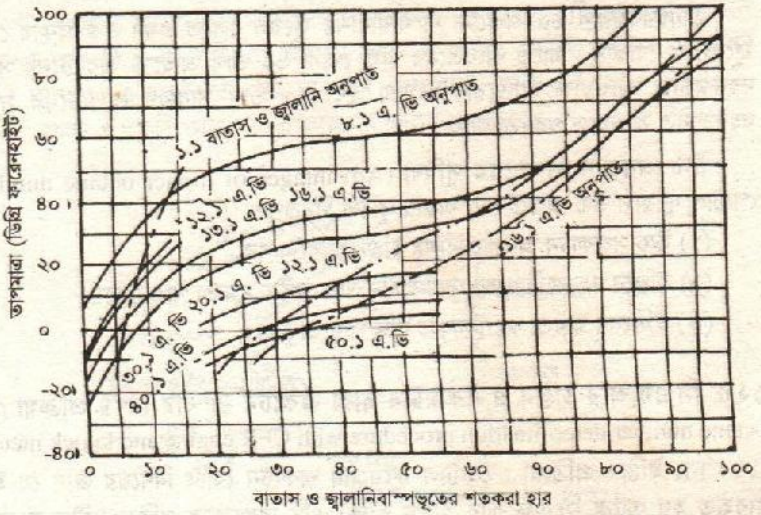


চিত্র ১২.৪ : পেট্রোল ফুয়েল ও বাতাসের ভারসাম্য পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র।

এরপর বাষ্পীভূত মিশ্রণকে পৃথককরণ যন্ত্রের উপরের প্রান্ত থেকে পাইপের মধ্যে অন্যত্র সরিয়ে নেয়া হয়। এ প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত এবং অবাষ্পীভূত মিশ্রণের একটি সুনির্দিষ্ট পার্থক্য নির্ণীত হয়। বিভিন্ন সময়ে ভিন্ন ভিন্ন হারে তাপমাত্রা প্রয়োগ করে বাতাস ও ফুয়েল বাষ্পীভবনের বিভিন্ন তারতম্য বক্ররেখার মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়। ১২.৫ চিত্রে গ্রাফ কাগজের একদিকে তাপমাত্রা ও অপরদিকে শতকরা বাষ্পীভবন নির্দেশিত হয়েছে। এই পরীক্ষায় বক্ররেখায় দেখা যাচ্ছে যে, যখন বাতাস ও ফুয়েলের অনুপাত ১:১ থাকে তখন বাষ্পীভবনের পরিমাণ কম এবং বাতাস ও ফুয়েলের অনুপাত বাড়তে থাকলে বাষ্পীভবনের মাত্রা বৃদ্ধি পায়। সে কারণে অধিক ফুয়েল ব্যয়ে যানবাহনের অধিক শক্তি ও কম গতিবেগ এবং অপেক্ষাকৃত কম ফুয়েল ব্যয়ে যানবাহনের প্রায় সম শক্তি ও অধিক গতিবেগ পাওয়া যায়। তবে এ পরীক্ষার সময় বাতাস ও ফুয়েল তেলকে পরীক্ষণ যন্ত্রে সম পরিমাণে গ্রহণ করা হয়।

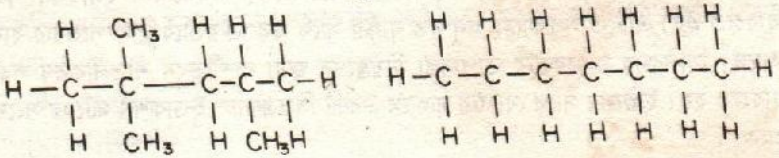
১২.৪ অকটেন নাম্বার

পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের দহনজনিত আওয়াজ প্রতিরোধ ক্ষমতাকে এন্টিনক ধর্ম বলে। পেট্রোলের এন্টিনক ধর্ম অকটেন নাম্বার দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অকটেন নাম্বার দ্বারা পেট্রোল ফুয়েলের এন্টিনক ধর্ম নির্ণয়ের এই পদ্ধতি কো-অপারেটিভ ফুয়েল গবেষণা কমিটি প্রদান করেছে।



চিত্র ১২.৫ : বাতাস ও ফুয়েলের ভারসাম্য পাতন পরীক্ষণের আওতায় মিশ্রণের বাষ্পীভবনের বক্ররেখা।

এ পদ্ধতিতে কোনো অজানা পেট্রোল ফুয়েলের অকটেন নাম্বার নির্ণয়ের জন্য দুটি প্রসঙ্গ ফুয়েলের সমন্বয়ে গঠিত ফুয়েলের নক-এর সাথে প্রদত্ত পেট্রোলের দহনজনিত আওয়াজ তুলনা করা হয়। প্রসঙ্গ এ ফুয়েল দুটির একটি আইসো-অকটেন এবং অপরটি হলো সাধারণ হেপটেন (C_7H_{16})। নিচে এ ফুয়েল দুটির আণবিক গঠন দেখানো হয়েছে।



আইসোঅকটেন

সাধারণ হেপটেন

চিত্র ১২.৬ : আইসো-অকটেন ও সাধারণ হেপটেন এর আণবিক গঠন।

আইসো-অকটেন এর দহনজনিত আওয়াজ প্রবণতা অত্যন্ত কম ও অকটেন রেটিং বা গুণগত মান ১০০ এবং সাধারণ হেপটেন এর দহনজনিত আওয়াজ প্রবণতা অধিক ও

অকটেন রেটিং বা গুণগত মান ০ ধরা হয়। ফুয়েল তেলে উচ্চমান অকটেন থাকলে তেলের উচ্চমান নিশ্চিত হয়। এর ফলে মোটরযানের গতি বৃদ্ধি পায়, দহনজনিত আওয়াজ কমে যায় এবং বাতাস ও ফুয়েল মিশ্রণের প্রজ্জ্বলন ভালো হয়। ফলে ইঞ্জিন সুষ্ঠুভাবে কাজ করতে পারে। আইসো–অকটেন ও সাধারণ হেপটেন এ দুটি হাইড্রোকার্বনের সমন্বয়ে যে ফুয়েল প্রস্তুত হয় তাকে প্রাথমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল বলে। এ ফুয়েলে যে আয়তনের অকটেন নাম্বার থাকে তাকে ঐ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার বলে গণ্য করা হয়।

উদাহরণস্বরূপ ৬০ অকটেন নাম্বারবিশিষ্ট ফুয়েল বলতে এমন এক প্রকার পেট্রোল ফুয়েলকে বোঝায় ; যাতে আয়তনের দিক থেকে ৬০ ভাগ আইসো অকটেনের সমতুল্য দহনজনিত আওয়াজ প্রতিরোধ ক্ষমতা এবং ৪০ ভাগ সাধারণ হেপটেনের সমতুল্য দহনজনিত আওয়াজ প্রবণতা থাকে।

উচ্চ অকটেন নাম্বারের সুবিধা (Advantages of higher octane number) : পেট্রোল ফুয়েলে উচ্চ অকটেন নাম্বারের সুবিধা নিম্নরূপ :

(১) উচ্চ সংকোচন অনুপাতবিশিষ্ট ইঞ্জিন চালানো যায়,

(২) ইঞ্জিনে দহনজনিত আওয়াজবিহীন উচ্চ তাপীয় দক্ষতা পাওয়া যায়,

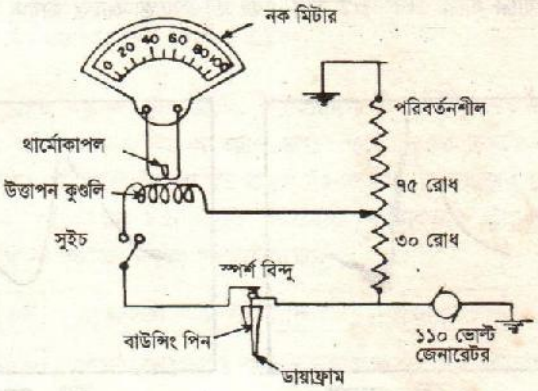
(৩) ইঞ্জিনের ক্ষমতা অপেক্ষাকৃত বৃদ্ধি পায়, প্রভৃতি।

১২.৫ সি.এফ.আর ইঞ্জিন ও নকমিটার দ্বারা অকটেন নাম্বার নির্ণয় প্রক্রিয়া (The octane number determination procedure with CFR engine and knock meter)

(১) CFR ইঞ্জিন প্রক্রিয়া : পেট্রোল ফুয়েলের অকটেন রেটিং নির্ণয়ের জন্য যে ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয় তাকে সি.এফ.আর ইঞ্জিন বলে। এটি রিকার্ডোর পরিবর্তনশীল সংকোচন অনুপাতের এক সিলিন্ডার বিশিষ্ট ইঞ্জিন। এ ইঞ্জিন চার স্ট্রোক ও ইনহেড ভাল্‌ভবিশিষ্ট। যার সিলিন্ডারের ব্যাস ৩.৫ ইঞ্চি, স্ট্রোক ৪.৫ ইঞ্চি এবং সংকোচন অনুপাত ৩ : ১ থেকে ১৫ : ১। এটির সিলিন্ডার উঠানামা করিয়ে ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত কম অথবা বেশি করা যায় এবং সিলিন্ডারের যে কোনো অবস্থানে ভাল্‌ভ ক্লিয়ারেন্স ধ্রুবক রেখে কাজ করা যায়। এ ইঞ্জিনের কার্বুরেটরে অনুভূমিক ড্রাফ্‌ট একটি এবং এটি এয়ারব্লিড জেট (air bleed jet) সম্পন্ন। এটির ইগনিশন পদ্ধতি হিসেবে ব্যাটারি অথবা ম্যাগনেটো ইগনিশন পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। এটিতে সংকোচন অনুপাত বৃদ্ধির সাথে স্বয়ংক্রিয়ভাবে হ্রাস পাওয়ার ব্যবস্থা আছে। সিলিন্ডার জ্যাকেটের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য বাষ্পীভবন শীতলীকরণ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়। ইঞ্জিনের সাথে বেল্টের মাধ্যমে একটি সিংক্রোনাস ইন্ডাকশন মটরের সংযোগ থাকে।

এই পরীক্ষার সময় তিনটি ফুয়েল আধার এবং ফ্লোট প্রকোষ্ঠ ইউনিট এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত হয় যা সর্বোচ্চ সৃষ্টির জন্য প্রয়োজনীয় বাতাস ও ফুয়েলের অনুপাত প্রদান করতে সক্ষম হয়। সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ফুয়েলের অকটেন রেটিং নির্ণয়ের ক্ষেত্রে ইঞ্জিনের ঘূর্ণনগতি থাকে প্রতি মিনিটে ৯০০ বার (900 RPM) ও মিশ্রণের তাপমাত্রা ৩০০° ফারেনহাইট। ৫.৫ : ১ সংকোচন অনুপাতে দহনজনিত নকমিটার ৮০ পর্যন্ত পাঠ দিতে পারে

অর্থাৎ বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণ সর্বোচ্চ দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টির অবস্থায় রাখতে হয়। এ অবস্থায় পরীক্ষণ ফুয়েল দ্বারা ইঞ্জিন চালিয়ে সর্বোচ্চ দহনজনিত আওয়াজ পর্যন্ত সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করে দহনজনিত আওয়াজ মিটারের পাঠ নেয়া হয়। অতঃপর সংকোচন অনুপাত ঐ অবস্থায় রেখে আইসো অকটেন ও সাধারণ হেপটেনকে বিভিন্ন অনুপাতে ব্যবহার করে ইঞ্জিন চালানো হয়। পরীক্ষণ ফুয়েলের নকের সমপরিমাণ দহনজনিত আওয়াজ না পাওয়া পর্যন্ত প্রসঙ্গ ফুয়েলের অনুপাত পরিবর্তন করা হয়। প্রসঙ্গ ফুয়েলের যে অনুপাতটি পরীক্ষণ ফুয়েলের সমপরিমাণ দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি করে ঐ ফুয়েলে আয়তনের দিক দিয়ে যে পরিমাণ আইসো-অকটেন থাকে, সেটিই পরীক্ষণ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বারকে এম.ও.এন (motor octane number) বলে। এ পদ্ধতি মোটরযানের ফুয়েলের জন্য ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১২.৭ : ফুয়েল দহনজনিত আওয়াজ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত নকমিটার।

(২) দহনজনিত নকমিটার প্রক্রিয়া : ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে ফুয়েল দহনের সময় আওয়াজের তীব্রতা (intensity of knock) পরিমাপের জন্য বাউন্সিং পিন প্রকৃতির দহনজনিত নকমিটার ব্যবহৃত হয়। দহনজনিত নকমিটার নিম্নবর্ণিত যন্ত্রাংশের সমন্বয়ে গঠিত হয়, যেমন—

(ক) ডায়াফ্রাম,
(খ) বাউন্সিং পিন,
(গ) স্পর্শ বিন্দু,
(ঘ) দহনজনিত নকমিটার এবং
(ঙ) জেনারেটর।

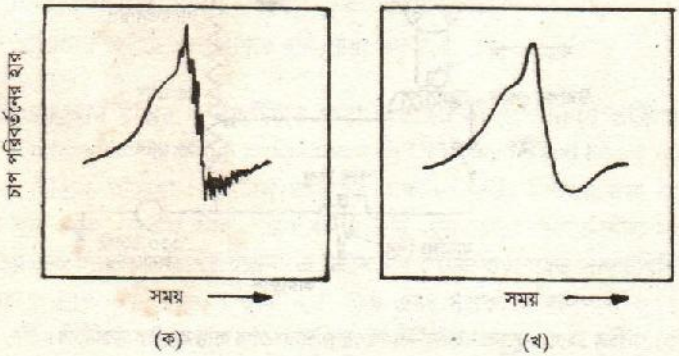
দহনজনিত নকমিটার ব্যবহারের সময় বাউন্সিং পিনটি ইঞ্জিনের সাথে সংযুক্ত করা হয়। একটি ডায়াফ্রাম পিনের এক প্রান্তে সংযুক্ত থাকে যা সরাসরি দহন চাপ সৃষ্টি করে। যখন

ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণে দহনজনিত আওয়াজ শুরু হয় তখন বাউন্সিং পিনটি লাফিয়ে ওঠে এবং স্পর্শবিন্দুর দুই প্রান্ত মিলে যায়। আওয়াজের তীব্রতা যত বেশি হবে স্পর্শ বিন্দু তত বেশি সময় বন্ধ থাকবে এবং দহনজনিত নকমিটারও তখন অধিক হারে আওয়াজ প্রদর্শন করবে। ইঞ্জিনে কম অকটেন ফুয়েল ব্যবহার করলে এমনটি ঘটে।

অপরদিকে ইঞ্জিনে উচ্চ অকটেন ফুয়েল ব্যবহার করলে ইঞ্জিনে দহনজনিত আওয়াজ কম হবে, বাউন্সিং পিন স্থির থাকবে, স্পর্শবিন্দু নির্দিষ্ট ফাঁকে অবস্থান করবে এবং দহনজনিত আওয়াজ মিটারে কোনো আওয়াজ প্রদর্শন করবে না।

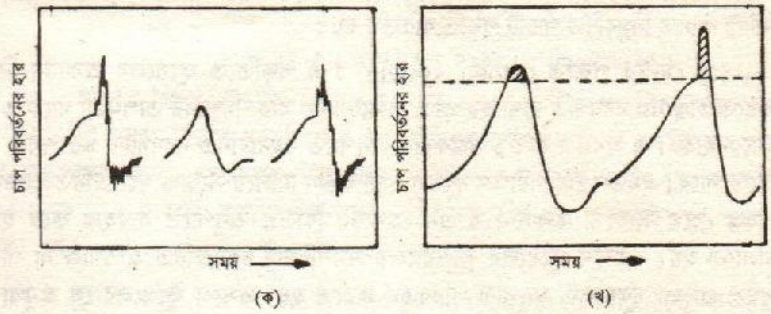
১২.৬ দহনজনিত আওয়াজ নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া

ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে স্বয়ংক্রিয় দহনের জন্য দহনজনিত চাপ ও দহনজনিত আওয়াজ ১২.৮ চিত্রে ধীরে ধীরে উচ্চে উঠে যায় এবং তা আস্তে আস্তে ছাঁকন প্রক্রিয়ায় কমানো হয়।



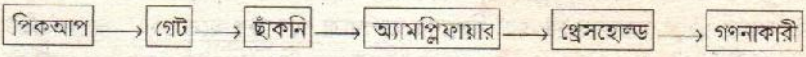
চিত্র ১২.৮ : নকমিটারে উচ্চ গতিবেগ থেকে উচ্চ দহনজনিত চাপ ও দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি।

এটির কারণ হলো তুলনামূলকভাবে স্বল্প অকটেন রেটিং ফুয়েল উচ্চ প্রজ্বলন গতিবেগ থেকে উচ্চ দহনজনিত চাপ প্রস্তুত করে। পেট্রোল দহনজনিত আওয়াজ ঘটায় না। কারণ দহনজনিত আওয়াজ মিটারে দেখা যায় যে, প্রসঙ্গ ফুয়েলের মধ্যে একটি উচ্চহারে দহনজনিত আওয়াজ প্রস্তুত করে এবং অন্যটি নিম্নহারে দহনজনিত আওয়াজ প্রস্তুত করে। একটি অসিলোগ্রাম দ্বারা তিন ধরনের ফুয়েল প্রজ্জ্বলনের উপর পরীক্ষা করলে দেখা যায় যে, দহনজনিত চাপের হার পূর্বের তুলনায় কম। ১২.৯(ক) চিত্রে অসিলোগ্রামে এই তত্ত্বটি দেখা গেছে। কিন্তু হোফম্যানের মতবাদের সাথে এ তত্ত্বের মিল পাওয়া যায় না। কারণ ১২.৯(খ) চিত্রে পেট্রোলের উচ্চ দহন উচ্চ চাপ প্রস্তুত করে এবং এ কারণেই দহনজনিত আওয়াজ মিটারের বর্তনী দহনজনিত আওয়াজের সত্যতা প্রদর্শন করে। প্রাথমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল দ্বারা এই পরিমাপ যুক্তিযুক্তভাবে মিলে যায় যা স্বয়ংক্রিয় দহন দ্বারা উচ্চ দহন হার প্রস্তুত করে।



চিত্র ১২.৯ : (ক) আইসো অকটেন দ্বারা উচ্চহারে দহনজনিত আওয়াজ প্রস্তুত এবং (খ) এন-হেপটেন দ্বারা কম হারে দহনজনিত আওয়াজ প্রস্তুত।

সুতরাং ফুয়েলের নিম্ন অকটেন রেটিং, টেট্রাইথাইল সীসাবিহীন এবং উচ্চ চাপে দহন প্রভৃতি ফুয়েলের অধিক দহনজনিত আওয়াজ প্রস্তুত করে। একক সময়ে ফুয়েল দহনের ফলে যে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় তাকে দহনজনিত আওয়াজের হার বলে। এটি রোধ করার জন্য হোফম্যান দহনজনিত আওযাজ গণনাকারক ব্যবহার করেছেন। ১২.১০ চিত্রে এই গণনা পদ্ধতির নকশা দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১২.১০ : ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে দহনজনিত আওয়াজ গণনা পদ্ধতির নকশা।

এ দহনজনিত আওয়াজ গণনা পদ্ধতিতে ব্যবহৃত পিকআপ হলো ইঞ্জিনের স্পার্ক প্লাগে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটার সংকেত, গেট হলো একটি সার্কিট ব্রেকার যা পিক আপ থেকে সংকেত গ্রহণ করে। পিস্টন বি.ডি.সি-তে উঠার ৫° থেকে ৬০° পর পর এ পিক আপ ঘটে। নতুন পরিস্কারক দহনজনিত ফ্রিকোয়েন্সি কমায় যার মাত্রা প্রতি সেকেন্ডে কমপক্ষে ১,০০০ থেকে ২,৫০০ সাইকেল। ক্ষেত্র বিশেষে দেখা যায় যে স্বয়ংক্রিয় দহনের ফ্রিকোয়েন্সি প্রায় প্রতি সেকেন্ডে ৬,০০০ সাইকেল। এ ফ্রিকোয়েন্সিকে অ্যাম্লিফায়ারে প্রেরণ করে প্রশমিত করা হয়। সেখান থেকে দহনজনিত শব্দকে গণনাকারকে পাঠানো হয়।

বিভিন্ন ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্নের পরিমাণ কম বেশি হয়।

১২.৭ অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া

যে প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একক আয়তনের ফুয়েলে কি পরিমাণ অকটেন রয়েছে তা পরিমাপ করা যায়, তাকে অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া বলে। ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে সি.এফ.আর ইঞ্জিন বা রিকার্ডোর পরিবর্তনশীল সংকোচন অনুপাতের এক সিলিন্ডার ইঞ্জিন

এবং বাউন্সিং প্রকৃতির দহনজনিত নকমিটার ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে নিম্নবর্ণিত পাঁচটি পদ্ধতি ব্যবহৃত হয় :

(১) **মোটর পদ্ধতি** (Motor system) : এ পদ্ধতিতে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে ইঞ্জিনের ঘূর্ণনগতি রাখা হয় প্রতি মিনিটে ৯০০ বার, মিশ্রণের তাপমাত্রা থাকে ৩০০° ফারেনহাইট। এ সময় ৫.৫ : ১ সংকোচন অনুপাতে দহনজনিত নকমিটার ৮০ পর্যন্ত পাঠ দিতে পারে। এমতাবস্থায় পরীক্ষণ ফুয়েল দ্বারা ইঞ্জিন চালিয়ে সর্বোচ্চ দহনজনিত আওয়াজ পর্যন্ত রেখে আইসো অকটেন ও এন-হেপটেন বিভিন্ন অনুপাতে ব্যবহার করে ইঞ্জিন চালানো হয়। পরীক্ষণ ফুয়েলের আওয়াজের সমপরিমাণ দহনজনিত আওয়াজ না পাওয়া পর্যন্ত প্রসঙ্গ ফুয়েলের অনুপাত পরিবর্তন করতে হয়। প্রসঙ্গ ফুয়েলের যে অনুপাতটি পরীক্ষণ ফুয়েলের সমপরিমাণ দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি করতে পারে, ঐ ফুয়েলে আয়তনের দিক থেকে যে পরিমাণ আইসোঅকটেন থাকবে সেটিই পরীক্ষণ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বারকে এম.ও.এন. (motor octane number) বলে। এ পদ্ধতি মোটরযানে ব্যবহৃত ফুয়েলের অকটেন নাম্বার বা অকটেন নির্দিষ্ট করতে ব্যবহৃত হয়। মটর পদ্ধতিতে ফুয়েলের শেষাংশে তাপমাত্রা বেশি থাকে কারণ ইঞ্জিনের কার্যকর অবস্থা অপেক্ষাকৃত তীব্র এবং এতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বার কম তীব্র হয়।

(২) **গবেষণা পদ্ধতি** (Research system) : গবেষণা পদ্ধতিতে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতেও মোটর পদ্ধতির মতো ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয়। তবে এ ইঞ্জিন পরিচালনার অবস্থা কিছুটা ভিন্ন। এ পদ্ধতিতে ইঞ্জিনের গতি প্রতি মিনিটে ৬০০ বার, প্রবেশকৃত বাতাসের তাপমাত্রা ১২৫° ফারেনহাইট এবং মিশ্রণের তাপমাত্রা ৭৫° ফাঃ হতে ১২৫° ফারেনহাইট। স্পার্ক টি.ডি.সি. এর পূর্বে ১৩° স্থির রাখা হয় এবং এতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বারকে আইসো-অকটেন দ্বারা প্রকাশ করা হয়। তবে একই ফুয়েলের গবেষণা পদ্ধতি এবং মটর পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বার সমান পাওয়া যায় না। এতে দেখা গেছে যে, গবেষণা পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বার, মটর পদ্ধতির চেয়ে বেশি। প্রাপ্ত অকটেন নাম্বারের পার্থক্যকে সংবেদনশীলতা বলে। পরীক্ষার সূত্রানুযায়ী—

সংবেদনশীলতা = আর.ও.এন – এম.ও.এন

যেখানে আর.ও.এন. = গবেষণা অকটেন নাম্বার এবং

এম.ও.এন. = মোটর অকটেন নাম্বার

গবেষণা পদ্ধতিতে ফুয়েলের শেষাংশে তাপমাত্রা কম। কারণ ইঞ্জিনের কার্যকর অবস্থা অপেক্ষাকৃত কম তীব্র এবং এজন্য এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বার অপেক্ষাকৃত বেশি হয়।

১০০ অকটেন এর অধিক নির্দিষ্ট করতে আইসোঅকটেনের সাথে টেট্রা ইথাইল সীসা যোগ করতে হয়। এক্ষেত্রে পরীক্ষণ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার হবে,

১০০ + x মিলিলিটার টেট্রাইথাইল সীসা/লিটার

যেখানে, x = টেট্রা ইথাইল সীসার পরিমাণ এবং

১০০ এর উর্ধ্বে অকটেন নম্বরের জন্য নির্দিষ্টকরণ সূত্র

$$= ১০০ + \frac{৬.২২১\ T}{১ + ০.১৬১৯\ T + \sqrt{১ + ০.৩২২৮T - ০.০০১৭০৪T^2}}$$

(৩) অনুর্বর মিশ্রণ পদ্ধতি (lean mixture system) : এ পদ্ধতিতে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে ইঞ্জিনে ক্ষেত্রবিশেষে অনুর্বর মিশ্রণ ব্যবহৃত হয়। এ পদ্ধতিতে পূর্বের চেয়ে কিছু পার্থক্য হচ্ছে, এতে দহনজনিত আওয়াজ মিটারের পরিবর্তে তাপীয় প্লাগ ব্যবহৃত হয়। উড়োজাহাজে ব্যবহৃত ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে এ ধরনের নির্দিষ্টকরণ পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

(৪) সুপার চার্জ পদ্ধতি (super charge system) : সেনাবাহিনীতে ব্যবহৃত যানবাহনের ১০০ অকটেনের উর্ধ্বে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে অথবা দহনজনিত আওয়াজ প্রতিরোধ ক্ষমতা নির্ণয় করতে আর্মি-নেভি কর্মসম্পাদনা নাম্বার ব্যবহৃত হয়। এ পরীক্ষণ ফুয়েলের দহনজনিত আওয়াজ সীমাবদ্ধ করতে নির্দেশিত গড় কার্যকর চাপকে সংক্ষেপে KLMEP (Knock limited mean effective pressure) বলে। এটি আইসো অকটেনের দহনজনিত আওয়াজ সীমাবদ্ধ করতে নির্দেশিত গড় চাপের অনুপাত নির্দেশ করে।

সুপার চার্জ পদ্ধতিতে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করার সূত্রে,

$$\text{কর্মসম্পাদন নাম্বার (PN)} = \frac{\text{পরীক্ষণ ফুয়েলের KLMEP}}{\text{আইসো অকটেনের KLMEP}}$$

$$\text{এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বার} = ১০০ + \frac{PN - ১০০}{৩}$$

(৫) ট্রিপটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া (tripten rating system) : উচ্চ অকটেনযুক্ত ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে আইসো অকটেনের পরিবর্তে ২, ২, ৩ ট্রাই মিথাইল বিউটেন দহনজনিত আওয়াজমুক্ত প্রসঙ্গ ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এ পরীক্ষায় ০ থেকে ১৩০ পর্যন্ত স্কেল পাওয়া যায় এবং এ স্কেলকে ট্রিপটেন স্কেল বলে। এক্ষেত্রে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্টকরণের ট্রিপটেন নাম্বার ৬৫.৫ যা প্রায় ১০০ অকটেন এর সমান হয়।

১২.৮ রোড অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া

এ পদ্ধতিতে ফুয়েলের অকটেন নির্দিষ্ট করতে মোটরযানকে রাস্তায় ঘণ্টায় ১২ কিলোমিটার হতে ১৫০ কিলোমিটার গতিতে চালাতে হয়। এ সময় ইঞ্জিনের ইগনিশন পদ্ধতিতে একটি আদর্শ মানের ডিস্ট্রিবিউটর ব্যবহৃত হয় এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত ইগনিশন টাইমিং ঠিক রাখা হয়। এ সময় প্রতি ৮ কি.মি. পর পর ইগনিশন স্পার্ক নির্ণয় করে দেখা যায় যে, ফুয়েল দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি ব্যতিরেকেই ইঞ্জিন চলছে।

এ পরীক্ষার সময় যদি কোনো নির্দিষ্ট গতিতে স্পার্ক অত্যধিক হয়, তবে প্রজ্জ্বলনের সময় দহনজনিত আওয়াজের সৃষ্টি হবে। এভাবে পরীক্ষাকালে একটি বক্ররেখা পাওয়া যাবে,

এতে স্পার্কের সাথে দহনজনিত আওয়াজের সম্পর্ক থাকবে। পরীক্ষণ ফুয়েলের দহনজনিত আওয়াজের সাথে প্রসঙ্গ ফুয়েলের দহনজনিত আওয়াজের তুলনা করে পরীক্ষণ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার নির্ধারণ করা হয়।

১২.৯ এন্টিনক উপাদান (The antiknock agents)

ফুয়েলকে ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠের মধ্যে সুচারুরূপে দহন ঘটানো হলে এতে কোনো দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না। ফুয়েলের মধ্যে যে উপাদান মিশ্রিত করলে এটির দহন দক্ষতা বাড়ে এবং দহনজনিত আওয়াজ কমে তাকে ফুয়েলের এন্টিনক উপাদান বলে। এ উপাদান ফুয়েলের নকিং প্রবণতাকে একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে বজায় রাখার জন্য পেট্রোলের সাথে প্রয়োজনীয় পরিমাণ এন্টিনক উপাদান যোগ করে এটির দহনজনিত আওয়াজ প্রবণতা কমানো হয়। পেট্রোলের সাথে নিম্নবর্ণিত এন্টিনক উপাদান মিশ্রিত করে এর গুণগত মান বৃদ্ধি করা হয়, যেমন—

(ক) টেট্রা ইথাইল সীসা,
(খ) টেট্রা মিথাইল সীসা,
(গ) ইথাইল অ্যালকোহল,
(ঘ) বেঞ্জিন,
(ঙ) অ্যানিলিন,
(চ) ফেনোল।

ফুয়েলের দহন মান উন্নয়নের জন্য এতে এন্টিনক উপাদান হিসেবে টেট্রা ইথাইল সীসা সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। সাধারণ পেট্রোলের অকটেন নাম্বার ৭৫ থেকে ৮০ এর মধ্যে অবস্থান করে। আয়তনের দিক থেকে ১০,০০০ ভাগ গ্যাসোলিনের সাথে ৫ ভাগ টেট্রা ইথাইল সীসা মিশিয়ে অকটেন নাম্বার ৯০ থেকে ৯৫ ভাগ পর্যন্ত করা যায়। এ হারের চেয়ে অধিক ইথাইল সীসা সংযোগে ভালো ফলাফল পাওয়া যায় না। এ উপাদান ব্যবহারের ফলে ইঞ্জিনের সিলিন্ডার দেয়াল, স্পার্ক প্লাগ ও ভাল্‌ভে সীসা জমা হয়। ফলে স্পার্ক প্লাগ, নির্গমন ভাল্‌ভ ইত্যাদিতে ক্ষয়ক্ষতি হয় এবং সারফেস ইগনিশন ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এ অসুবিধা দূর করার জন্য টেট্রা ইথাইল সীসা এককভাবে ব্যবহৃত হয়।

সীসা অত্যন্ত বিষাক্ত, ফুসফুসের ক্ষতি সাধন করে এবং এটিতে মৃত্যুর আশঙ্কাও থাকে। সুতরাং টেট্রাইথাইল সীসা সাবধানে ব্যবহার করতে হয়। অপরাপর এন্টিনক উপাদান যেমন—টেট্রা মিথাইল সীসা, ইথাইল অ্যালকোহল, বেনজিন, অ্যানিলিন এবং ফেনোল পেট্রোলের দহন ক্ষমতা বৃদ্ধি করে। তবে এগুলো টেট্রা ইথাইল সীসার মতো ততটা কার্যকর নয়।

১২.১০ পেট্রোলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য (The additives used in petrol)

অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম থেকে পেট্রোলসহ বিভিন্ন ফুয়েল প্রস্তুত হয়। যেমন : হাইএভিয়েশন গ্যাসোলিন, গ্যাসোলিন, সিনথেটিক গ্যাসোলিন, ডিজেল, কেরোসিন

প্রভৃতি। এসব ফুয়েলের সাথে নিম্নবর্ণিত রঞ্জক দ্রব্য মিশালে সেটি বিশেষ ধর্ম প্রদর্শন করে। যেমন—

(১) **এন্টিনক রঞ্জক দ্রব্য** (antiknock additives) : পেট্রোল ইঞ্জিনে দহনজনিত আওয়াজ প্রশমিত করতে এর মধ্যে এন্টিনক রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়। টেট্রাইথাইল সীসা, স্ক্যাভেঞ্জার প্রভৃতি এন্টিনক রঞ্জক দ্রব্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(২) **জমা হওয়া উন্নয়নকারক** (deposit modifiers) : কিছু কিছু ফুয়েলের দহন ঘটলে দহন প্রকোষ্ঠের মধ্যে জমা হওয়া দ্রব্য জমে যায় এবং দহন প্রকোষ্ঠের আয়তন কমিয়ে দেয়। এতে সারফেস ইগনিশন ও স্পার্ক প্লাগ মিসিং ঘটে। দহন প্রকোষ্ঠের এই সমস্যা সমাধানে ফুয়েলের সাথে ফসফরাস ও বোরন রঞ্জক উপাদান মিশানো হয়।

(৩) **এন্টি অক্সিডেন্ট** (antioxidants) : টেট্রাইথাইল সীসার সাথে আঠালো উপাদান কমানো এবং পৃথক করতে এর সাথে এন্টিঅক্সিডেন্ট রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়। অ্যামাইন রঞ্জক দ্রব্য ফুয়েলের সাথে ১ থেকে ১৫ পাউন্ড/১,০০০ বি.বি.এল মিশানো হয়।

(৪) **ময়লা পরিষ্কারক** (detergents) : পেট্রোল ফুয়েলের সাথে ময়লা পরিষ্কারক রঞ্জক উপাদান মিশানো হলে কার্বুরেটর এবং মেনিফোল্ডের মধ্যে ময়লা বা কার্বন জমা রোধ হয়। এক্ষেত্রে অ্যালকাইল অ্যামাইন ফসফেট রঞ্জক দ্রব্য পেট্রোলের সাথে ১২ পাউন্ড/১,০০০ বি.বি.এল পরিমাণে মিশানো হয়।

(৫) **লুব্রিক্যান্ট** : ছোট ছোট পেট্রোল ইঞ্জিনে পেট্রো অয়েল পদ্ধতিতে ইঞ্জিনের ভাল্ভ গাইড, সিলিন্ডারের দেয়াল প্রভৃতি যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করা হয়। ফুয়েলের এই পিচ্ছিলকারক হালকা খনিজ তেল ০.১ থেকে ০.৫% মিশানো হলে যে কোনো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রেই উপকার হয়।

(৬) **ধাতু অচলকারক** (metal deactivators) : ফুয়েলে তামা ধাতুর উপস্থিতিতে ক্যাটালাইটিক কার্যকারিতা ব্যাহত হয়। তাই তামা প্রতিরোধ বা ধ্বংস করতে এর সাথে অ্যামাইন পদার্থ ১ পাউন্ড/ ১,০০০ বি.বি.এল পরিমাণে মিশানো হয়।

(৭) **মরিচারোধক উপাদান** (antirust agents) : ফুয়েলের মধ্যে সামান্যতম পানি অথবা বাতাস থাকলেও যন্ত্রাংশে মরিচা ধরে। তাই যন্ত্রাংশের মরিচা ও ক্ষয় রোধ করতে ফুয়েলে মরিচা রোধক রঞ্জক উপাদান মিশানো হয়। স্নেহজাতীয় পদার্থের সাথে এসিড অ্যামাইন, সালফোনেট অথবা অ্যালকাইল ফসফেট রঞ্জক উপাদান হিসেবে ১ থেকে ১৫ পাউন্ড/১,০০০ বি.বি.এল পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

(৮) **আইসিং উপাদান** (anti-icing agent) : ফুয়েলে পানির কণা উপস্থিত থাকলে কার্বুরেটরের থ্রটল প্লেটে ও ফুয়েলে বরফ জমে। আবহাওয়া থেকে পানির কণা টেনেও ফুয়েলে বরফ জমতে পারে। এ অবস্থা প্রতিরোধ করতে ফুয়েলের মধ্যে বিশেষ রঞ্জক উপাদান মিশানো হয়। যেমন—

(ক) মিথাইল অ্যালকোহল ফুয়েলের সাথে ১% মিশানো হলে এটি পানির কণা শোষণ করে এবং এতে ফুয়েল লাইনের আধার ও কার্বুরেটরের মধ্যে বরফ জমা রোধ হয়।

(খ) আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল রঞ্জক উপাদান ফুয়েলের সাথে ১% অথবা অ্যামোনিয়া লবণ বা ফসফেট ০.০০৫% মিশানো হলে এটি কার্বুরেটরের থ্রটলে বরফ জমা

অথবা আঠালো পদার্থ উৎপাদন রোধ করে। ফুয়েলের সাথে নির্দিষ্ট পরিমাণ অ্যালকোহল মিশ্রিত থাকলে এটি কার্বুরেটরের থ্রটলের উপরে দ্রব্যের জমাট বাঁধা রোধ করে।

(৯) রংকরণ উপাদান (dyes additives) : ফুয়েলে টেট্রা ইথাইল সীসা চিহ্নিত করতে এর মধ্যে ০.২ থেকে ৩.০ পাউন্ড/১,০০০ বি.বি.এল পরিমাণ রঞ্জক দ্রব্য মিশাতে হয়।

ব্যবহারিক কাজ

(১) ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্টকরণ

(Determining the volatility of fuel)

উদ্দেশ্য

(১) এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল, ন্যাফথা, কেরোসিন অথবা একই ধরনের পেট্রোলিয়ামজাত উপাদানের উদ্বায়ীতা পরীক্ষা।

(২) রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোলের ভ্যাপার লক প্রবণতা পরীক্ষা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্ট করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্র, যন্ত্রাংশ ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(১) ফুয়েলের পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র, (২) পেট্রোল, (৩) ন্যাফথা, (৪) কেরোসিন, (৫) রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্ট করতে নিম্নবর্ণিত পরীক্ষণ প্রক্রিয়া অনুসরণ করা হয়। যেমন—

এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল, ন্যাফথা, কেরোসিন অথবা একই ধরনের পেট্রোলিয়াম জাত উপাদানের উদ্বায়ীতা পরীক্ষা।

মূলত পেট্রোল, ন্যাফথা, কেরোসিন এবং অন্যান্য পেট্রোলিয়ামজাত উপাদান একইভাবে তবে একটার পর একটা পাতন প্রক্রিয়ায় উদ্বায়ীতা পরীক্ষা করা হয় (১২.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য)।

রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোলের ভ্যাপার লক প্রবণতা পরীক্ষা : (১২.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য)।

সাবধানতা : পেট্রোল বা পেট্রোলিয়াম জাত ফুয়েলের উদ্বায়ীতা পরীক্ষা করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়। যেমন—

(১) ফুয়েলের পাতন পরীক্ষার সময় প্রথম ফোঁটা, মাঝের ৫ মিলিলিটার, ১০ মিলিলিটার এবং শেষের ফোঁটা পড়ার সময়ের তাপমাত্রা ও পরিমাণ রেকর্ড করা হয়। এই রেকর্ডের ব্যতিক্রম ঘটলে পাতন পরীক্ষারও তারতম্য ঘটে ও উদ্দেশ্য ব্যাহত হয়।

(২) পাতন পরীক্ষার যন্ত্রের সঠিক কার্যকারিতা থাকতে হয়। অন্যথায় পরীক্ষার উদ্দেশ্য ব্যাহত হয়।

(৩) পাতন পরীক্ষায় ফুয়েলের পরিমাণ ও তাপমাত্রা যথাযথভাবে রেকর্ড করে সঠিকভাবে এ.এস.টি.এম. পাতন বক্ররেখা অংকন করা হয়। এ কাজ সম্পাদনে যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করলে পাতন বক্ররেখা সঠিক হয়।

মন্তব্য : ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা একটি সূক্ষ্ম পরীক্ষা, এটি সঠিকভাবে সম্পাদন করা প্রয়োজন।

(২) পেট্রোলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয়করণ

(Determining the flash point and fire point of petrol)

উদ্দেশ্য

(১) অ্যাবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল অথবা কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয়করণ।

(২) পেনস্কাইমার্টেন ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল অথবা কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয়করণ।

(ক) ফ্ল্যাশ পয়েন্ট : যে সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় ফুয়েল অগ্নিশিখার সংস্পর্শে ক্ষণস্থায়ীভাবে জ্বলে উঠে এবং অগ্নিশিখা সরিয়ে নিলে নিভে যায় তাকে ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বলে। ফ্ল্যাশ পয়েন্ট খুব কম হলে ফুয়েল তেল সংরক্ষণ ও স্থানান্তর বিপদজনক হয়। পেট্রোল ও কেরোসিনের মধ্যে পেট্রোল অধিক হালকা। এক্ষেত্রে পেট্রোলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ০° থেকে ৩৫° ফারেনহাইট এবং কেরোসিনের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ৩০° ফারেনহাইট থেকে ৬০° ফারেনহাইট। ডিজেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১২০° ফাঃ থেকে ১৬০° ফা.।

(খ) ফায়ার পয়েন্ট : যে তাপমাত্রায় অগ্নিশিখা সরিয়ে নিলেও ফুয়েল জ্বলতে থাকে (কমপক্ষে ৫ সেকেন্ড), তাকে ফায়ার পয়েন্ট বলে। ফায়ার পয়েন্টকে বার্নিং পয়েন্টও বলে। ফায়ার অথবা বার্নিং পয়েন্টে যে কোনো উত্তপ্ত ফুয়েল হতে যথেষ্ট পরিমাণ বাষ্প একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় উত্তপ্ত হয়ে বাষ্প ও বাতাসের এমন দাহ্য মিশ্রণ উৎপন্ন করে, যাতে অগ্নিশিখা ধরলে এটি জ্বলে উঠে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : পেট্রোল, কেরোসিন, ডিজেল, পিচ্ছিলকরণ তেল ইত্যাদির ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট পরীক্ষা করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্র, যন্ত্রাংশ ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। যেমন—

(১) অ্যাবেল্ অথবা পেনস্কাইমার্টেন ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ও ফায়ার পয়েন্ট পরিমাপ যন্ত্র।

(২) থার্মোমিটার

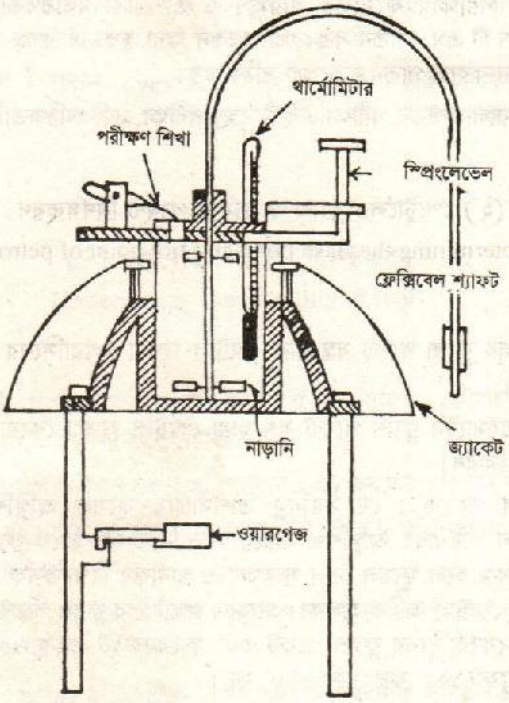
(৩) পরিমাণগত পেট্রোল ও কেরোসিন (২টি পাত্রে)।

(৪) প্রজ্জ্বলক বা পরীক্ষণ শিখা,

(৫) স্টিয়ারিং ডিভাইস,

(৬) বার্নার, ইত্যাদি।

১২.১১ চিত্রে পেন স্কাই মার্টেন যন্ত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১২.১১ : পেন স্কাই মার্টেন যন্ত্র দ্বারা ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট পরিমাপন।

কার্যপদ্ধতি : পেট্রোল অথবা কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট পরীক্ষা করার জন্য প্রথমে পেট্রোলের নমুনা অ্যাবেল্ অথবা পেন স্কাই মার্টেন পরীক্ষণ যন্ত্রে গ্রহণ করা হয়। এ যন্ত্রে ফুয়েল ধারণ করার জন্য একটি পাত্র থাকে। পাত্রটি ঢাকনা দ্বারা বন্ধ রাখা হয়। ঢাকনার মধ্য দিয়ে একটি স্টিয়ারিং ডিভাইস পাত্রের মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। প্রোপেলার সংযোজিত এ যন্ত্রটি হাত দ্বারা চালনা করা যায়। এটি ছাড়াও ঢাকনাতে চারটি ছিদ্র থাকে। এর একটি ছিদ্র দ্বারা পাত্রে থার্মোমিটার প্রবেশ করানো হয়। অপর একটি ছিদ্র দ্বারা প্রজ্জ্বলক বা পরীক্ষণ শিখা ধরা হয়। অবশিষ্ট দুটি ছিদ্র পথে বায়ু চলাচল করে। এই ছিদ্রগুলো স্প্রিং সজ্জিত একটি স্লাইডিং প্লেট দ্বারা বন্ধ থাকে।

এখন প্লেটে তাপ দিলে এবং স্লাইডিং প্লেট সরে গেলে ছিদ্র খুলে যায়। পরীক্ষণ যন্ত্রটিকে একটি তিন পা টেবিলের উপর রেখে এটিকে বার্নার দ্বারা উত্তপ্ত করা হয়। এ সময় থার্মোমিটার দ্বারা তাপমাত্রা বৃদ্ধি রেকর্ড করা হয়। নির্ধারিত তাপমাত্রায় ফ্ল্যাশ সংঘটিত হওয়ার পূর্ব পর্যন্ত নাড়ানি দ্বারা মাঝে মধ্যেই ফুয়েল পাত্রে নাড়তে হয়। অতঃপর স্লাইডিং প্লেটটি সরিয়ে নির্দিষ্ট ছিদ্রপথে পরীক্ষণ শিখা ধরা হয়। যে উষ্ণতায় ফুয়েলে উজ্জ্বল আলোর ফ্ল্যাশ জ্বলে আবার পরক্ষণেই নিভে যায়, সেটিই পেট্রোল, কেরোসিন অথবা পিচ্ছিলকরণ

তেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট হিসেবে গণ্য করা হয়। থার্মোমিটারের মাধ্যমে এই উষ্ণতার পরিমাণ পরিমাপ করা হয়।

এ পরীক্ষার সময় উজ্জ্বল আলোর ফ্ল্যাশ যতক্ষণ পর্যন্ত জ্বলতে থাকে সেটি হলো এই পদার্থের ফায়ার পয়েন্ট। এ সময় ফ্ল্যাশ কমপক্ষে ৫ সেকেন্ড সময় পর্যন্ত জ্বলে। অ্যাবেলের পরীক্ষাও একই ধরনের। তাই এই পরীক্ষার কৃতিত্বের দাবিদার অ্যাবেল্ অথবা পেন স্কাই মার্টেন। পেট্রোলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট পরীক্ষার পর কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট একইভাবে পরীক্ষা করা হয়।

সাবধানতা : ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্ট করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যেমন—

(১) পরীক্ষা চলাকালে নাড়ানি কাঠি বা স্টিয়ারিং দণ্ড দ্বারা ফুয়েল তেলে নাড়া দিতে হবে, এতে তেলের উষ্ণতা সর্বত্র সমান হয় এবং হঠাৎ প্রজ্জ্বলনে সুবিধা হয়। অন্যথায় ভিতরের ফুয়েল তেল উষ্ণতা প্রাপ্ত হতে বিলম্বিত হয় এবং পরীক্ষায় বিঘ্ন ঘটে।

(২) পরীক্ষণ যন্ত্রের ঢাকনাতে চারটি ছিদ্রের মধ্যে দুটি বায়ু চলাচল ছিদ্র থাকে। এটি বন্ধ থাকলে পাত্রে বাতাস বা অক্সিজেন প্রবেশ করতে পারে না, ফলে পরীক্ষণ শিখা ধরলে এতে আগুন জ্বলবে না এবং পরীক্ষণে ত্রুটি ঘটতে পারে।

(৩) পরীক্ষাকালে থার্মোমিটার দ্বারা উষ্ণতা বৃদ্ধি রেকর্ড করতে হয় এবং ফ্ল্যাশ জ্বলার মুহূর্তেও উষ্ণতার পরিমাণ কত থাকে তা রেকর্ড করতে হয়। অন্যথায় এ পরীক্ষা ত্রুটিপূর্ণ হয়।

মন্তব্য : পেন স্কাই মার্টেন যন্ত্র দ্বারা ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট পরিমাপন একটি সূক্ষ্মতম কার্যক্রম। এটি সঠিক নিয়মে সম্পাদন করতে পারলে ফুয়েলের সঠিক ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট জানা যায়।

(৩) গবেষণা এবং মোটর পদ্ধতি দ্বারা পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্ণয়করণ

উদ্দেশ্য

(১) মোটর পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ এবং

(২) গবেষণা পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : সি.এফ.আর বা মোটর পদ্ধতি দ্বারা পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্ট করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) বাউন্সিং পিন প্রকৃতির নকমিটার,

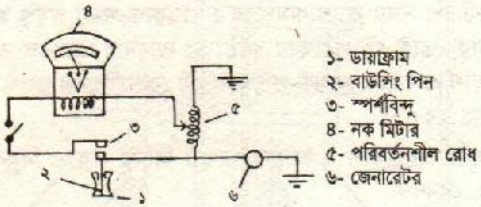
(২) সমবায় ফুয়েল গবেষণা বা রিকার্ডোর পরিবর্তনশীল সংকোচন অনুপাতের এক সিলিন্ডার ইঞ্জিন,

(৩) পরিমিত পরিমাণ বাতাস ও পেট্রোলের মিশ্রণ প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি :

(১) মোটর পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ : এ পরীক্ষায় ইঞ্জিনের ঘূর্ণন গতি প্রতি মিনিটে ৯০০ আর.পি.এম এবং বাতাস ও পেট্রোল মিশ্রণের তাপমাত্রা

৩০০° ফারেনহাইট। এ সময় ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত অনুসারে স্পার্ক অগ্রিমকরণের মাত্রা থাকে টি.ডি.সি এর পূর্বে ১৯° হতে ২৬°। ৫.১ : ১ সংকোচন অনুপাতে দহনজনিত



চিত্র ১২.১২ : বাউন্সিং প্রকৃতির নক মিটার।

নকমিটার ৮০ পর্যন্ত পাঠ দিতে পারে। ফুয়েল মিশ্রণ সর্বোচ্চ দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টির অবস্থায় রাখতে হয়। এ অবস্থায় পরীক্ষণ ফুয়েল দ্বারা ইঞ্জিন চালিয়ে সর্বোচ্চ দহনজনিত আওয়াজ পর্যন্ত সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করে দহনজনিত আওয়াজ মিটারের পাঠ লিপিবদ্ধ করতে হয়। এরপর সংকোচন অনুপাত ঐ অবস্থায় রেখে আইসো অকটেন (C_8H_{18}) ও এন.হেপটেন (C_7H_{16}) বিভিন্ন অনুপাতে ব্যবহার করে ইঞ্জিন চালাতে হয়। পরীক্ষণ ফুয়েলের আওয়াজের সমান দহনজনিত আওয়াজ না পাওয়া পর্যন্ত প্রসঙ্গ ফুয়েলের অনুপাত পরিবর্তন করতে হয়।

প্রসঙ্গ ফুয়েলের যে অনুপাতটি পরীক্ষণ ফুয়েলের সমপরিমাণ দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি করে প্রসঙ্গ ফুয়েলে সে পরিমাণ আইসো অকটেন থাকবে, এটিই পরীক্ষণ ফুয়েলের অকটেন নাম্বার। এ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অকটেন নাম্বারকে মোটর অকটেন নাম্বার বলে। মোটরযানের ফুয়েলের ক্ষেত্রে এ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। ১২.১২ চিত্রে বাউন্সিং প্রকৃতির নক মিটারের গঠন ও বর্তনী নকশায় এ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে। দহনজনিত আওয়াজের তীব্রতা পরিমাপের জন্য বাউন্সিং ব্যবহারের সময় পিনটি ইঞ্জিনের সাথে সংযুক্ত করা হয়। একটি ডায়াফ্রাম পিনের একপ্রান্তে সংযুক্ত থাকে যা সরাসরি দহন চাপ প্রকাশ করে। যখন ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে দহনজনিত আওয়াজ শুরু হয় তখন পিনটি লাফিয়ে উঠে এবং স্পর্শবিন্দুর দুই প্রান্ত মিলে যায়। আওয়াজের তীব্রতা যত বেশি হয় স্পর্শবিন্দু ততবেশি সময় ধরে বন্ধ থাকে এবং দহনজনিত আওয়াজ মিটারে অধিক আওয়াজের পাঠ প্রদান করে।

(২) গবেষণা পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ : ১২.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

সাবধানতা : গবেষণা ও মোটর পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়। যেমন—

(ক) দহনজনিত নকমিটার ব্যবহারের সময় পিনটি সঠিকভাবে ইঞ্জিনের সাথে সংযুক্ত করতে হয়। অন্যথায় এটি সঠিকভাবে সরাসরি দহন চাপ প্রকাশ করতে পারে না।

(খ) পরীক্ষার সময় মিশ্রণের তাপমাত্রা ৩০০° ফারেনহাইট হওয়া আবশ্যক এবং স্পার্ক অগ্রিমের মানও ১৯° থেকে ২৬° থাকা আবশ্যক। অন্যথায় পরীক্ষায় সঠিক মান পাওয়া যাবে না।

(গ) পরীক্ষণ ফুয়েল ও প্রসঙ্গ ফুয়েলের মান সঠিক থাকা আবশ্যক। অন্যথায় মিশ্রণের দহনে ব্যতিক্রম ঘটবে এবং দহনজনিত আওয়াজ এর পরিমাণ সঠিক পাওয়া যায় না।

(ঘ) গবেষণা পদ্ধতির অকটেন নাম্বার মোটর পদ্ধতির অকটেন নাম্বার অপেক্ষা বেশি হয়। এ অকটেন নাম্বারের সঠিকতা বজায় রাখতে হয়।

মন্তব্য : গবেষণা ও মোটর পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ কাজ বেশ জটিল। ফলে এ পরীক্ষা সঠিকভাবে সম্পাদন করতে পারলে গবেষণা জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষায় ব্যবহৃত তিনটি যন্ত্রপাতির নাম লিখ।

উত্তর : পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষায় নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(ক) থার্মোমিটার, (খ) ফ্লাস্ক,

(গ) পরীক্ষার জন্য ফুয়েল প্রভৃতি।

২। পাতন পরীক্ষায় রেসিডিউ কি?

উত্তর : পেট্রোল বা গ্যাসোলিন এর পাতন পরীক্ষার সময় এর কিছু অংশ বাষ্পীভূত হয় না, ফুয়েলের এ অংশকে 'রেসিডিউ' বলে।

৩। পাতন ক্ষতি কি?

উত্তর : পাতন পরীক্ষার সময় যে আয়তনের গ্যাসোলিন বাষ্পীভূত হয় এবং যতটুকু অবশিষ্ট থাকে, তা একত্রে পরীক্ষার জন্য গ্রহণকৃত পরিমাপের শতকরা ১০০ ভাগ পাওয়া যায় না। কারণ ফুয়েলের সর্বোচ্চ উদ্বায়ী অংশ উড়ে যায় একে পাতন ক্ষতি বলে।

৪। উদ্বায়ী বক্ররেখা কি?

উত্তর : গ্রাফ কাগজের একদিকে তাপমাত্রা ও অন্যদিকে ফুয়েলের আয়তন (মিলিলিটার) হিসাব মোতাবেক পয়েন্ট আকারে বসালে একটি বক্ররেখা পাওয়া যায়। এ বক্ররেখাকেই উদ্বায়ী বক্ররেখা বলে।

৫। পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ কিভাবে বের করা হয়?

উত্তর : সূত্র মোতাবেক ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ = বাতাস ও জলীয় বাষ্পের গেজ চাপ – বাতাস ও জলীয় বাষ্পের চাপ।

৬। প্রসঙ্গ ফুয়েল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : আইসো অকটেন (C_8H_{18}) এবং সাধারণ বা এন হেপটেন (C_7H_{16}) ফুয়েলকে প্রসঙ্গ ফুয়েল বলে।

৭। সি.এফ.আর ইঞ্জিন কি?

উত্তর : পেট্রোল ফুয়েলের অকটেন রেটিং নির্ণয়ের জন্য যে ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয় তাকে সি.এফ.আর ইঞ্জিন বলে।

৮। ইঞ্জিনের দহনজনিত আওয়াজ রেটিং বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে একক সময়ে ফুয়েল দহনের ফলে যে দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় তাকে ইঞ্জিনের দহনজনিত আওয়াজ রেটিং বলে। কম দহনজনিত আওয়াজ রেটিং এবং উচ্চ চাপের দহন প্রভৃতি ফুয়েলে অধিক দহনজনিত আওয়াজ সৃষ্টি করে।

৯। সংবেদনশীলতার সূত্র লিখ।

উত্তর : সংবেদনশীলতা = আর.ও.এন.–এম.ও.এন যেখানে আর.ও.এন = গবেষণা অকটেন নাম্বার এবং এম.ও.এন = মোটর অকটেন নাম্বার।

১০। সুপার চার্জ পদ্ধতিতে অকটেন নাম্বারের সূত্র লিখ।

উত্তর : সুপার চার্জ পদ্ধতিতে অকটেন নাম্বারের সূত্র $= ১০০ + \frac{PN - ১০০}{৩}$

[যেখানে PN = কর্মসম্পাদনা নাম্বার

$$= \frac{\text{পরীক্ষণ ফুয়েলের KLMEP}}{\text{আইসো অকটেনের KLMEP}}$$

১১। ফুয়েলের তিনটি এন্টিনক উপাদানের নাম লিখ।

উত্তর : ফুয়েলের তিনটি এন্টিনক উপাদানের নাম নিম্নরূপ :

(১) টেট্রা ইথাইল লেড,

(২) টেট্রা মিথাইল লেড,

(৩) ইথাইল অ্যালকোহল।

১২। পেট্রোলে ব্যবহৃত তিনটি রঞ্জক দ্রব্যের নাম লিখ।

উত্তর : পেট্রোলে ব্যবহৃত তিনটি রঞ্জক দ্রব্যের নাম নিম্নরূপ :

(ক) এন্টিনক রঞ্জক দ্রব্য, (খ) জমা হওয়া উন্নয়নকারক, (গ) এন্টি অক্সিড্যান্ট।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা বর্ণনা কর।

উত্তর : ১২.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১২.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১২.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। অকটেন নাম্বার কি? আইসো অকটেন ও এন-হেপটেন এর আণবিক গঠন দেখাও।

উত্তর : ১২.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। সি.এফ.আর ইঞ্জিন ও দহনজনিত নকমিটার দ্বারা অকটেন নাম্বার কিভাবে নির্ণয় করা হয়?

উত্তর : ১২.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। দহনজনিত নকমিটার দ্বারা অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১২.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। দহনজনিত আওয়াজ নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১২.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১২.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। রোড অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ১২.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১০। এন্টিনক উপাদান বলতে কি বুঝ এবং এগুলোর প্রতিক্রিয়া কি লিখ।

উত্তর : ১২.৯ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১১। পেট্রোলের দহনমান উন্নত করতে এটির সাথে কি কি উপাদান মিশাতে হয়?

উত্তর : ১২.১০ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

১২। ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্টকরণে ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১৩। পেট্রোলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্টকরণে ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১৪। মোটর পদ্ধতি দ্বারা পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণে ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১৫। গবেষণা পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণে ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা বর্ণনা কর।

২। পেট্রোলের রিড বাষ্পীয় চাপ পরীক্ষণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৩। ভারসাম্য বাতাস পাতন পরীক্ষণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৪। টীকা লিখ :

(ক) অকটেন নাম্বার, (খ) সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা অকটেন নাম্বার নির্ণয়, (গ) দহনজনিত নকমিটার দ্বারা অকটেন নাম্বার নির্ণয়।

৫। অকটেন নির্দিষ্টকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৬। সংক্ষেপে বর্ণনা কর :

(ক) রোড অকটেন নির্দিষ্টকরণ,

(খ) এন্টিনক উপাদান,

(গ) পেট্রোলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য।

৭। ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্টকরণে নিম্নবর্ণিত ব্যবহারিক কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

(ক) এ.এস.টি.এম পাতন পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল, প্রাকৃতিক, কেরোসিন প্রভৃতি ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্দিষ্টকরণ।

(খ) রিড বাষ্প চাপ পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা পেট্রোলের ভ্যাপার লক প্রবণতা পরীক্ষা।

৮। পেট্রোলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্টকরণে নিচে বর্ণিত ব্যবহারিক কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

(ক) অ্যাবেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল অথবা কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্টকরণ।

(খ) পেনস্কাই মার্টেন ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা পেট্রোল অথবা কেরোসিনের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্টকরণ।

৯। পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণে নিচে বর্ণিত পদ্ধতি অনুসরণ করে ব্যবহারিক কাজের উপর একটি প্রতিবেদন লিখ।

(ক) মোটর পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ।

(খ) গবেষণা পদ্ধতিতে পেট্রোলের অকটেন নাম্বার নির্দিষ্টকরণ।

ত্রয়োদশ অধ্যায়

কেরোসিন ফুয়েল

১৩.১ কেরোসিন ফুয়েলের উপাদান (The composition of kerosene fuel)

কেরোসিন হলো এক প্রকার ফুয়েল যা গ্রামে-গঞ্জে খোলা বাতি, হারিকেন ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। এই ফুয়েলের এ.এস.টি.এম (A.S.T.M) প্রান্ত বিন্দু উর্ধ্বে ৫৭২° ফারেনহাইট এবং ফ্ল্যাশ পয়েন্ট নিম্নে ১২০° ফারেনহাইট। এটি খুবই কম অ্যারোমেটিক উপাদান ধারণ করে। প্রথমে টার্বোজেট বিমানের ফুয়েল হিসেবে JP–1 ব্যবহার করা হতো। কেরোসিনের মতো তরল ফুয়েল, যার হিমাঙ্ক (নিম্ন)-৭৬° ফারেনহাইট এবং অ্যারোমেটিক উপাদানবিহীন, সেটিকেও এই ধরনের ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হতো। এই ফুয়েলকে পূর্বে সেনাবাহিনীর জেট বিমান, এমনকি অনেক বাণিজ্যিক বিমানেও 'এভিয়েশন গ্রেড কেরোসিন' (JP–1) ব্যবহার করা হতো। এই ফুয়েলকে অন্যভাবে 'এভিয়েশন টারবাইন তেল' বলে।

১৩.২ কেরোসিন পরিশোধন প্রক্রিয়া (The purification process of kerosene)

মূলত অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাকৃতিক গ্যাস, অকটেন, উড়োজাহাজের ফুয়েল, মোটরযানের পেট্রোল, পরিশোধিত কেরোসিনসহ অন্যান্য ফুয়েল তৈরি হয়। ভূগর্ভের খনি থেকে যে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম পাওয়া যায় তার সম্পূর্ণটাই পরিশোধন করে এই ফুয়েলের উপাদান পাওয়া যায় তবে এটি ব্যয়বহুল। এই পরিশোধন ব্যয়সাধ্য করার জন্য পেট্রোলিয়ামকে পরিশোধন করে বিভিন্ন ফুয়েল, লুব্রিক্যাটিং তেল ও অ্যাশফাল্ট উপাদান ইত্যাদিতে পরিণত করা হয়।

১০.৪ চিত্রে ফ্র্যাকশনাল পাতন প্রক্রিয়ায় কেরোসিনসহ অন্যান্য উপাদান পরিশোধনের প্রবাহ তালিকা দেখানো হয়েছে।

ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারের প্রবেশ মুখে একটি হিটার সংযুক্ত থাকে। এই হিটারটি টিউব প্রকৃতির ইভাপোরেটিভ চুল্লি। এর মাধ্যমে অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম প্রায় ৬০০° ফা: (৩৭৫° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয়ে ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারে প্রবেশ করে। এই টাওয়ারের উপরের দিকে ১০০° ফারেনহাইট থেকে ৩০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় কাঁচা গ্যাসোলিন কন্ডেসারের মাধ্যমে রাসায়নিক শোধনাগারে যায়। অতঃপর ৪৩০° থেকে ৫০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় কাঁচা কেরোসিন কনডেনসারের মাধ্যমে রাসায়নিক শোধনাগারে আসে এবং সেটি শোধিত কেরোসিন হিসেবে নির্দিষ্ট আধারে জমা হয়। এই শোধনাগারে উচ্চ অকটেন, উড়োজাহাজের ফুয়েল ও মোটরযানে ব্যবহৃত পেট্রোল প্রাপ্তির পরেই শোধিত কেরোসিন পাওয়া যায়। কেরোসিনের পরেই এই শোধনাগার থেকে বাসগৃহে ব্যবহৃত ফুয়েল

তেল, ডিজেল ও জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল পাওয়া যায়। ফলে কেরোসিন পেট্রোলের চেয়ে কিছুটা ভারি এবং ডিজেলের চেয়ে কিছুটা হালকা বলে বিবেচিত হয়।

১৩.৩ কেরোসিনের ব্যবহার (The uses of kerosene)

কেরোসিন ফুয়েলের ব্যবহার নিম্নরূপ :

(১) বাতির ফুয়েল : পৃথিবীর অধিকাংশ উন্নত ও অনুন্নত দেশে খোলা বাতি, হারিকেন ইত্যাদির ফুয়েল হিসেবে কেরোসিন ফুয়েলের তুলনা নেই। এই ফুয়েলে কার্বনের ভাগ তুলনামূলকভাবে বেশি থাকায় এটি ব্যবহারে যন্ত্রাংশ ও ঘরে কালি পড়ে।

(২) চুল্লির ফুয়েল (furnace oil) **:** কেরোসিন ফুয়েলকে স্টোভ, প্রেসার কুকারে ফুয়েল হিসেবে বসতবাড়ি, হোটেল, রেস্তোরায় ব্যবহৃত হয়। লাকড়ির চুল্লিতে দহনের সহায়ক হিসেবে কেরোসিন ব্যবহৃত হয়।

(৩) ইঞ্জিন ফুয়েল : গ্যাস টারবাইন ও জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে কেরোসিন তেল ব্যবহার করা হয়। প্রথম টার্বোজেট ইঞ্জিন কেরোসিন ফুয়েল ব্যবহার করে। এ কারণে ঐ সময় অপরিশোধিত পেট্রোলিয়াম থেকে অন্ততপক্ষে ৩% কেরোসিন তেল উৎপন্ন করা হতো। এ ফুয়েল সামরিক জেট বিমান এবং অনেক বাণিজ্যিক বিমানের ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবেও ব্যবহৃত হতো। বিমানের ইঞ্জিনে এই ফুয়েল ব্যবহারের উদ্দেশ্য হলো এটি সাধারণত কোনো অগ্নিকাণ্ড ঘটায় না অথবা দুর্ঘটনাবশত অপেক্ষাকৃত কম অগ্নিকাণ্ড ঘটায়।

১৩.৪ কেরোসিনের ধর্ম (The properties of kerosene)

ফুয়েল হিসেবে কেরোসিনের ধর্ম নিম্নরূপ—

(১) ইঞ্জিনে এই ফুয়েল ব্যবহারের সময় এটি ভ্যাপার লক কমায় (eliminates vapour lock) এবং এটিতে বাষ্পীভবনের ক্ষতিও কম হয়।

(২) ফুয়েল পাম্পের জন্য কেরোসিন লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। কারণ এটি তুলনামূলকভাবে উচ্চ সান্দ্রতা (viscosity) ধারণ করে।

(৩) গ্রামে-গঞ্জে খোলা বাতি, হারিকেন, হ্যাজাক ইত্যাদিতে ফুয়েল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়।

(৪) শহর ও গ্রামে কেরোসিন চুল্লি, স্টোভ, প্রেসার কুকার প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়।

(৫) এই ফুয়েল পেট্রোলের তুলনায় ১০% অধিক তাপীয় মান ধারণ করে।

(৬) এটি দ্বারা সাধারণত কোনো অগ্নিকাণ্ড ঘটে না এবং দুর্ঘটনাজনিত কারণে ঘটলেও এটির মাত্রা কম।

(৭) কেরোসিন এর এ.এস.টি.এম প্রান্ত বিন্দু ৫৭২° ফারেনহাইট (ঊর্ধ্বে) থাকে এবং এটির ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১২০° ফারেনহাইট (নিম্নে)। সাধারণত আমেরিকাতে স্ট্রেইট রান পাতন প্রণালিতে প্রস্তুত করা কেরোসিনের প্রান্ত বিন্দু ৫২৫° ফারেনহাইট (ঊর্ধ্বে) এবং এটির ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১৪০° ফারেনহাইট।

(৮) কেরোসিন ফুয়েলে অ্যারোমেটিক উপাদানের উপস্থিতি খুবই কম।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কেরোসিন ফুয়েলের প্রধান তিনটি উপাদানের নাম লিখ।

উত্তর : কেরোসিনের তিনটি প্রধান উপাদান হলো :

(১) সালফার, (২) অ্যারোমেটিক, (৩) আঠা ইত্যাদি।

২। পূর্বে বিমানে কোন ধরনের ফুয়েল ব্যবহার করা হতো?

উত্তর : পূর্বে জেট বিমান, বাণিজ্যিক বিমানে অ্যাভিয়েশন টারবাইন তেল হিসেবে JP–1 মানের কেরোসিন ফুয়েল ব্যবহার করা হতো।

৩। কাঁচা কেরোসিন কি?

উত্তর : অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামকে ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ারে ৩৭৫° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় উত্তপ্ত ও বিশ্লেষণ করলে কাঁচা কেরোসিন পাওয়া যায়।

৪। শোধিত কেরোসিন কি?

উত্তর : ফ্র্যাকশনেটিং টাওয়ার এবং কন্ডেন্সার থেকে আগত কাঁচা কেরোসিন ৪৩০° থেকে ৫০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় কন্ডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রেরণ করলে শোধিত কেরোসিন পাওয়া যায়।

৫। কেরোসিন মূলত কোন কোন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : কেরোসিন ফুয়েলকে মূলত বাতির ফুয়েল, চুল্লির ফুয়েল, ইঞ্জিনের ফুয়েল ইত্যাদি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

৬। কেরোসিন ফুয়েলের দুটি ধর্ম লিখ।

উত্তর : কেরোসিন ফুয়েলের দুটি ধর্ম হলো :

(ক) কেরোসিন ব্যবহারের সময় এটি ভ্যাপার লক কমায়, (খ) এটি উচ্চ সান্দ্রতাবিশিষ্ট প্রভৃতি।

৭। কেরোসিন ফুয়েলকে চিহ্নিত করতে একে কতভাগে ভাগ করা হয়?

উত্তর : কেরোসিন ফুয়েল চিহ্নিত করতে একে তিনভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) ASTM D1655, (খ) Mil-J-5624, (গ) Mil-F-46005A।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। কেরোসিন ফুয়েলের উপাদান বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ১৩.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। কেরোসিন পরিশোধন প্রক্রিয়া নির্দিষ্ট চিত্রসহ লিখ।

উত্তর : ১৩.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। কেরোসিন ফুয়েলের ব্যবহার উল্লেখ কর।

উত্তর : ১৩.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কেরোসিনের ধর্ম বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৩.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। টীকা লিখ :

(ক) কেরোসিন ফুয়েলের উপাদান, (খ) কেরোসিনের ব্যবহার,

(গ) কেরোসিনের ধর্ম।

চতুর্দশ অধ্যায়

ডিজেল ফুয়েল

১৪.১ ভূমিকা

অপরিশোধিত তেল পরিশোধনাগারে কেরোসিন প্রাপ্তির পরপরই ডিজেল ফুয়েল পাওয়া যায়। সুতরাং ডিজেল ফুয়েল পেট্রোল ও কেরোসিনের চেয়ে ভারি এবং শিল্পকারখানার ফুয়েল বা ফার্নেস তেলের চেয়ে হালকা। মধ্যম ও বড় ইঞ্জিন বা ডিজেল ইঞ্জিনে এ ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। জীপ, মাইক্রোবাস, বাস, ট্রাক, রেলগাড়ি, লঞ্চ, স্টীমার ইত্যাদিতে ডিজেল ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয় এবং এই ইঞ্জিনের শক্তিশালী ফুয়েল হিসেবে এই ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। ডিজেল ইঞ্জিন ভারি, বড় আকৃতির, কম দ্রুতি সম্পন্ন অন্য ইঞ্জিন থেকে অধিক শক্তিশালী ইঞ্জিন হিসেবে পরিচিত। ডিজেল ফুয়েল দামেও সস্তা। ১০.৭ চিত্রে অপরিশোধিত তেল প্রাথমিকভাবে পরিশোধন করে অধিক মূল্যবান পেট্রোল ফুয়েল আহরণের পর অবশিষ্ট ফুয়েলকে পুনরায় পরিশোধন করে ডিজেল ফুয়েল উৎপন্ন করা হয়।

আধুনিক ডিজেল ইঞ্জিনও পেট্রোল ইঞ্জিনের মতো অনেকটা উচ্চ দ্রুতিসম্পন্ন এবং এগুলোতে ডিজেলকে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করে ভালো ফলাফল পাওয়া গেছে। ডিজেল ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত পেট্রোল ইঞ্জিন অপেক্ষা বেশি (১৬ : ১ থেকে ২২ : ১) এবং ডিজেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্টও তুলনামূলকভাবে বেশি থাকে যার মান ৬৬° থেকে ১২০° সেলসিয়াস। এজন্য ডিজেল ইঞ্জিন সংরক্ষণ ও স্থানান্তরে অপেক্ষাকৃত কম বিপদের সম্ভাবনা থাকে।

১৪.২ ডিজেল ইঞ্জিনে পাতিত ও অবশিষ্ট ফুয়েলের ব্যবহার

ডিজেল ইঞ্জিন, গ্যাস টারবাইন, তেল বার্নার প্রভৃতিতে পাতিত ফুয়েল অথবা অবশিষ্ট ফুয়েল পরিশোধন করে ব্যবহৃত হয়। পরিশোধনাগারে অপরিশোধিত তেল থেকে অধিক বা উচ্চ উদ্বায়ী অংশ বের করে নেয়ার পর যে অংশ অবশিষ্ট থাকে তা থেকে মোটামুটিভাবে পাতিত ফুয়েল পাওয়া যায়। ক্র্যাকিং পদ্ধতির একটি অংশ থেকেও পাতিত ফুয়েল পাওয়া যায়। ব্যবহারের পূর্বে পাতিত ফুয়েলে স্ট্রেইট-রান-ডিস্টিলেট মিশ্রিত করে ব্যবহার করা হয়। কেরোসিন এক ধরনের পাতিত ফুয়েল। অপরিশোধিত তেল থেকে পাতন প্রক্রিয়ায় বেশি উদ্বায়ী অংশ বের করে নেয়ার পর অধিক সান্দ্রতাসম্পন্ন (higher viscosity) ফুয়েলকে অবশিষ্ট ফুয়েল বলে। এটি অপরিশোধিত ফুয়েল থেকে প্রাপ্ত এবং দামে অনেক সস্তা।

মূলত পরিশোধনাগার থেকে প্রাপ্ত হালকা ফুয়েল তেলের সাথে রাসায়নিক পদ্ধতিতে স্ট্রেইট-রান-ডিস্টিলেট মিশিয়ে উৎপন্ন ফুয়েলকে ডিজেল ইঞ্জিন ও জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে ও রান্নার কাজে ব্যবহার করা হয়।

১৪.৩ ডিজেল ফুয়েলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য (The important characteristics of diesel fuel)

ডিজেল ফুয়েলের নিম্নবর্ণিত বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন, যেমন—

(১) উচ্চ উদ্বায়ীতা (high volatility) : ডিজেল ফুয়েলের উদ্বায়ীতা নির্ধারিত সীমার মধ্যে থাকা উচিত। এটির উদ্বায়ীতা পেট্রোলের চেয়ে কম। এই ফুয়েলের প্রাথমিক জমাট বাঁধার তাপমাত্রা সর্বনিম্ন ৩২০° ফারেনহাইট এবং ৯০% জমাট বাঁধার ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ তাপমাত্রা ৫০০° ফারেনহাইট।

(২) ফ্ল্যাশ পয়েন্ট : ডিজেলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে থাকা প্রয়োজন। এই মান ৬৬° থেকে ১২০° ফারেনহাইট পর্যন্ত হয়।

(৩) ফায়ার পয়েন্ট : ডিজেল ফুয়েলের ফায়ার পয়েন্ট নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে থাকা প্রয়োজন।

(৪) সান্দ্রতা (viscosity) : ডিজেল ফুয়েলের সান্দ্রতা নির্ধারিত মাত্রায় থাকা প্রয়োজন এবং এটি ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ৩০–৪০ SUS (saybolt universal seconds) এর মধ্যে থাকা উচিত।

(৫) উচ্চ প্রজ্জ্বলন মান বা সিটেন সংখ্যা (high ignition quality or cetane number) : ডিজেল ফুয়েলের উচ্চ সিটেন সংখ্যা থাকা প্রয়োজন যা ৪৫ থেকে ৫৫ এর মধ্যে থাকা বাঞ্ছনীয়।

(৬) সর্বনিম্ন কার্বন জমা (minimum carbon deposit) : ডিজেল ফুয়েল দহনের পরে দহন প্রকোষ্ঠে সর্বনিম্ন কার্বন জমা আবশ্যক, যার মান হবে সর্বোচ্চ ০.২% থেকে ১০%।

(৭) কম সালফারের উপস্থিতি (Low sulphur content) : ডিজেল ফুয়েলে সালফার বেশি থাকা উচিত নয়। এই মান সর্বোচ্চ ০.৫% থাকা বাঞ্ছনীয়।

(৮) দূষিত পদার্থের উপস্থিতি : ডিজেল ফুয়েল অপরিশোধিত তেল থেকে উৎপন্ন হয়। এতে বালি, মরিচা ইত্যাদি থাকলে ফুয়েলে দূষণ ঘটে। এটি ইনজেকটরের অরিফিচ বন্ধ করে এবং ইনজেকটরের উপরিভাগ, পিস্টন রিং ও সিলিন্ডারের দেয়াল নষ্ট করে। ফলে ডিজেলে দূষিত পদার্থের উপস্থিতি গ্রহণযোগ্য নয়।

(৯) তাপীয়মান : ডিজেল ফুয়েলের উচ্চ তাপীয়মান থাকে। ডিজেলের তাপীয়মান ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

(১০) দহন যোগ্যতা (ignition quality) : ডিজেল ফুয়েলের অবশ্যই উচ্চ দহন যোগ্যতা থাকা প্রয়োজন।

(১১) ক্লাউড পয়েন্ট : ভালো ডিজেল ফুয়েলের ক্লাউড পয়েন্ট কম থাকা বাঞ্ছনীয়।

(১২) পোর পয়েন্ট : ডিজেল ফুয়েলের পোর পয়েন্ট ক্লাউড পয়েন্টের কম হওয়া প্রয়োজন যার মাত্রা ৫° হতে ১০° সেলসিয়াস পর্যন্ত হতে পারে।

(১৩) ডিজেল ইনডেক্স : উচ্চ দহনযোগ্যতার জন্য ফুয়েলের অবশ্যই উচ্চ ডিজেল ইনডেক্স থাকা প্রয়োজন।

(১৪) পানি ও তলানি কম থাকা (low water and sediment content) : ডিজেল ফুয়েলে পানি ও তলানির পরিমাণ খুবই কম থাকা উচিত।

(১৫) ক্ষয়কারক এবং অম্লযুক্ত পদার্থ কম থাকা (Low corrosive and acidity elements) : ডিজেল ফুয়েলে ক্ষয়কারক এবং অম্লযুক্ত পদার্থ উপস্থিত থাকলে ইনজেকটর ও দহন প্রকোষ্ঠে ক্ষয়ের সৃষ্টি হয়। সুতরাং ফুয়েলে এই উপাদানের পরিমাণ কম থাকা প্রয়োজন।

(১৬) আঠালো পদার্থ কম থাকা (low gum content) : ডিজেল ফুয়েলে আঠালো জাতীয় পদার্থ যত সম্ভব কম থাকা প্রয়োজন।

(১৭) অ্যানিলিং পয়েন্ট : কোনো পদার্থ উত্তপ্ত হওয়ার পর ধীরে ধীরে ঠাণ্ডা হওয়ার তাপমাত্রাকে 'অ্যানিলিং পয়েন্ট' বলে। ভালো ডিজেল ফুয়েলের অ্যানিলিং পয়েন্ট ৭০০° ফারেনহাইটের উর্ধ্বে হওয়া প্রয়োজন।

(১৮) আপেক্ষিক গুরুত্ব অথবা এ.পি.আই আপেক্ষিক গুরুত্ব (specific gravity or A.P.I specific gravity) : ডিজেল ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৮১ থেকে ০.৮৫ এর মধ্যে থাকা প্রয়োজন। এ.পি.আই হলো আমেরিকান পেট্রোলিয়াম ইনস্টিটিউট।

$$\text{এ.পি.আই. আঃ গুঃ} = \frac{১৪৩.৫}{৬০^\circ \text{ ফাঃ (১৫° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় আঃ গুরুত্ব}} - ১৩১.৫$$

১৪.৪ সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব (The significance of cetane number)

ডিজেল ফুয়েলের দহন প্রকৃতি জানতে সিটেন নাম্বার ব্যবহার করা হয়। সিটেন নাম্বার ফুয়েলের দহন প্রকৃতির একটি সূচক। উচ্চ সিটেন নাম্বারবিশিষ্ট ফুয়েল তুলনামূলকভাবে সহজে কম তাপমাত্রায় ইঞ্জিন চালু করতে পারে। অর্থাৎ ঠাণ্ডা ইঞ্জিন ও ঠাণ্ডা আবহাওয়ায় ইঞ্জিন চালু করতে উচ্চ সিটেন নাম্বার বিশিষ্ট ফুয়েল ব্যবহার করতে হয়। অবশ্য ইঞ্জিন একবার গরম হলে ডিজেল ফুয়েলে সিটেন নাম্বারের প্রয়োজন হয় না। সিটেন নাম্বারবিশিষ্ট ফুয়েল দহনজনিত আওয়াজ (combustion knock) ব্যতিরেকে ইঞ্জিনকে চালু করে এবং এটি ইঞ্জিনকে স্বাভাবিক চলার নিশ্চয়তা বিধান করে।

সিটেন নাম্বারবিশিষ্ট ফুয়েল ব্যবহারে সিলিন্ডারে সর্বোচ্চ চাপের মাত্রা কম থাকে ফলে এতে দহনজনিত আওয়াজের পরিমাণ কম হয় এবং দহনের সময় ব্লো-বাই কম হয়। অনুমোদিত ন্যূনতম সিটেন নাম্বার নিম্নরূপ হওয়া বাঞ্ছনীয়; যেমন—

(ক) উচ্চ গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনের ফুয়েলে সিটেন নাম্বার হবে ৪৫ থেকে ৫০,

(খ) মাঝারি গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনের ফুয়েলে সিটেন নাম্বার হবে ৩৫ থেকে ৪৫,

(গ) নিম্নগতি সম্পন্ন ইঞ্জিনের ফুয়েলে সিটেন নাম্বার হবে ২৫ থেকে ৩৫ ভাগ। উচ্চ গতিসম্পন্ন ডিজেল ইঞ্জিনের ফুয়েলে ৬০ এর উর্ধ্বে সিটেন নাম্বারের কোনো প্রয়োগ নেই। ইঞ্জিনের ভাল্‌ভ ও ইগনিশন টাইমিং, দহনের প্রকৃতি সবকিছু ঠিক থাকলেই কেবল ফুয়েলে এই সিটেন নাম্বার প্রয়োগের স্বার্থকতা। মূলত ইঞ্জিনের নির্গমন ভালভ খোলার পূর্বে ফুয়েল সঠিকভাবে প্রজ্জ্বলিত হয় তখনই যখন দহনের শিখা উৎপন্নের প্রকৃতি সঠিক থাকে।

অপরদিকে অত্যন্ত উচ্চ সিটেন নাম্বার সম্পন্ন ফুয়েল ধীরে ধীরে প্রজ্জ্বলিত হয় বিধায় সিলিন্ডারে চাপ বৃদ্ধির হার কম হয়। ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত সিটেন নাম্বারের সাথে সম্পর্কযুক্ত। উচ্চ সিটেন নাম্বার সম্পন্ন ফুয়েল অপেক্ষাকৃত বেশি স্বতঃস্ফূর্তভাবে প্রজ্জ্বলিত হয় এবং এক্ষেত্রে সংকোচন অনুপাত কম হয়। ফলে ইঞ্জিনে সিটেন নাম্বার সম্পন্ন ফুয়েলের গুরুত্ব অপরিসীম।

১৪.৫ ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়

ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্দিষ্ট করতে CFR এক বিশেষ ধরনের ইঞ্জিনে প্রসঙ্গ ফুয়েলের সাথে তুলনা করে ডিজেল ফুয়েলের দহন প্রকৃতি নির্ণয় করা হয়। পরীক্ষার স্বার্থে এটির সিটেন নাম্বার ধরা হয় ১০০। ফুয়েল হিসেবে নেয়া হয় আলফা মিথাইল ন্যাফথালিন। এটির সিটেন নাম্বার 0 ধরা হয়। এই দুটি হাইড্রোকার্বন মিশ্রণে আয়তনের দিক থেকে শতকরা যতভাগ সিটেন থাকে সেটি মিশ্রণের সিটেন নাম্বার।

সি.এফ.আর ইঞ্জিন চলাকালে এটির সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করা যায়। এই ইঞ্জিনের ফ্লাই হুইলে দুটি নিওন লাইট থাকে যার একটি ফুয়েল ইনজেকশন শুরু হওয়ার সাথে এবং অপরটি চার্জ প্রজ্জ্বলন শুরু হওয়ার সাথে জ্বলে উঠে। পরীক্ষার সময় ইঞ্জিনের ঘূর্ণন গতি প্রতি মিনিটে ৯০০ বার এবং জ্যাকেটের পানির তাপমাত্রা ২০৯° হতে ২১৫° ফারেনহাইট (১০০° সেলসিয়াস) রাখা হয়। পরীক্ষা চলাকালে এই তাপমাত্রার ১° পরিবর্তন গ্রহণযোগ্য ধরা হয়। প্রথমে অজানা ফুয়েলে ইঞ্জিন চালানো হয় এবং টি.ডি.সি (T.D.C) এর ১৩° পূর্বে ইঞ্জেকটকৃত ফুয়েল টি.ডি.সি-তে পিস্টন উঠার সাথে সাথে প্রজ্জ্বলিত না হওয়া পর্যন্ত ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত পরিবর্তিত হয়।

ফুয়েলের অজানা সিটেন নাম্বার নির্ভুলভাবে জানার জন্য ফুয়েলকে এমন দুটি প্রসঙ্গ ফুয়েলের যাদের সিটেন নাম্বারের পার্থক্য ৫ এর অধিক নয়, ১৩° বিলম্বিত সময়ের (delay period) জন্য প্রয়োজনীয় সংকোচন অনুপাত নির্ণয় করা হয়।

১৪.৬ ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনের উপর ডিজেল ফুয়েলের সান্দ্রতার গুরুত্ব (The significance of diesel fuel viscosity on the engine performance)

যে ধর্মের জন্য তরল পদার্থ এটির অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাকে সান্দ্রতা বলে। সান্দ্রতা কম হলে তরল পদার্থের অভ্যন্তরীণ ঘর্ষণ কম এবং বেশি হলে অভ্যন্তরীণ ঘর্ষণ বেশি হয়। আবার তরলের গলনাঙ্ক (boiling point) কম হলে সান্দ্রতা কম এবং বেশি হলে সান্দ্রতা বেশি হবে। এ.এস.টি.এম D ৮৮ দ্বারা তেলের সান্দ্রতা কম হলে ইঞ্জিনের ফুয়েল ইনজেকশন পদ্ধতির যেসব যন্ত্রাংশ তেল দ্বারা পিচ্ছিল করা হয় সেটির ক্ষয়ের হার বৃদ্ধি পায়। ক্ষয়ের ফলে ফুয়েল লীক করে এবং ইনজেকটরের টিপে কার্বন জমে।

উচ্চ সান্দ্রতা সম্পন্ন ফুয়েল ইনজেকশন পদ্ধতিতে অবাঞ্ছিতভাবে উচ্চচাপ সৃষ্টি করে এবং কালো ধোঁয়া নির্গত করে। ফুয়েলের সান্দ্রতা উল্লিখিত দুটি বিপরীতমুখী বিষয়ের নিরাপদ অবস্থানে হওয়া প্রয়োজন। সাধারণত সান্দ্রতার সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন অবস্থা সুনির্দিষ্ট থাকে।

১৪.৭ ডিজেল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন (The specification for diesel fuel)

স্পেসিফিকেশন বলতে কোনো যন্ত্র চিহ্নিতকরণে বিস্তারিত বর্ণনাকে বোঝায়। বাজার থেকে ডিজেল ফুয়েল সংগ্রহ করতে হলে স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী মিলিয়ে নেওয়া উচিত। ডিজেল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন নিম্নরূপ :

(১) **সান্দ্রতা** (viscosity) : ফ্লুইডের শিয়ারিং স্ট্রেস ও শিয়ারের হারের অনুপাতকে সান্দ্রতা বলে। অন্যভাবে বলা যায়, যে ধর্মের জন্য প্রবাহী এটির অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাকে সান্দ্রতা বলে। ডিজেলের নির্ধারিত সান্দ্রতা থাকা প্রয়োজন যার মাত্রা ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ৩০ থেকে ৪০।

(২) **আপেক্ষিক গুরুত্ব** (specific gravity) : ডিজেল ফুয়েল পানির চেয়ে কতগুণ ভারি বা হালকা তাকেই আপেক্ষিক গুরুত্ব বলে। এই ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৮১ থেকে ০.৮৫ এর মধ্যে। সুতরাং এ ফুয়েল পানির তুলনায় হালকা।

(৩) **সালফার** : ডিজেল ফুয়েলে সালফার বেশি থাকা উচিত নয়। এই মান সর্বোচ্চ ০.৫% থাকা প্রয়োজন।

(৪) **কার্বন তলানি** : ডিজেল ফুয়েলে কার্বন তলানির পরিমাণ সর্বোচ্চ ০.২% থেকে ১০% থাকা প্রয়োজন।

(৫) **ছাই** (ash) : ডিজেল ফুয়েল পুড়ে যাবার পর এতে ছাইয়ের পরিমাণ কম থাকা উচিত।

(৬) **পানি ও তলানি** (water and sediment) : ডিজেল ফুয়েলে পানি ও তলানি থাকা উচিত নয়।

(৭) **ফ্ল্যাশ পয়েন্ট** : ফ্ল্যাশ পয়েন্ট যে কোনো ফুয়েলের একটি বিশেষ ধর্ম যা বিশেষ স্পেসিফিকেশন নির্দেশ করে। এই মান সর্বোচ্চ ১২০° ফারেনহাইট হওয়া প্রয়োজন।

(৮) **পাতন পদ্ধতি** (distillation) : ডিজেল ফুয়েলের পাতন পদ্ধতির সীমা কম থাকা উচিত যাতে ফ্ল্যাশ পয়েন্ট, দহন প্রকৃতি ও ফুয়েলের সান্দ্রতায় কোনো ব্যাঘাত না ঘটে। এই গুণাগুণের জন্য ৫০% ফুয়েল ধোঁয়াবিহীন অবস্থায়, ৯০% ফুয়েল কম ধোঁয়া উৎপন্ন এবং বাকি ১০% ফুয়েল কার্বন অবশিষ্ট রেখে প্রজ্জ্বলিত হয়।

(৯) **দহন প্রকৃতি** (ignition quality) : ডিজেল ফুয়েলের অবশ্যই উচ্চ দহন প্রকৃতি থাকা আবশ্যক।

(১০) **পোর পয়েন্ট** : ডিজেল ফুয়েলের পোর পয়েন্ট ক্লাউড পয়েন্ট এর নিচে যা ৫% হতে ১০% সেলসিয়াস পর্যন্ত থাকা প্রয়োজন।

(১১) **তাপীয়মান** (heating value) : ডিজেল ফুয়েলের তাপীয়মান ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

১৪.৮ ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয় পদ্ধতি

যে নিম্ন তাপমাত্রায় কোনো পরীক্ষণ যন্ত্রে ফুয়েল সৃষ্ট দাহ্য বাষ্পের নিকট অগ্নিশিখা আনলে সেটি জ্বলে উঠে এবং অগ্নিশিখা সরিয়ে নিলে সেটি নিভে যায় তাকে ঐ ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট বলে।

যে তাপমাত্রায় অগ্নিশিখা সরিয়ে নিলেও সেটি কমপক্ষে ৫ সেকেন্ড জ্বলতে থাকে তাকে ফায়ার পয়েন্ট বলে। এবেল (Abel's) অথবা পেন স্কাই মার্টেন যন্ত্রের সাহায্যে ফুয়েলের এই ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয় করা যায়। দ্বাদশ অধ্যায়ের ব্যবহারিক কাজ-এ পেট্রোল, কেরোসিন অথবা ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ ও ফায়ার পয়েন্ট নির্ণয় প্রক্রিয়া চিত্রসহ বর্ণনা করা হয়েছে। এতে শুধু নির্দিষ্ট ফুয়েলের নাম উল্লেখ করতে হবে, অন্যান্য কাজ প্রায় একই রকম।

ব্যবহারিক কাজ

সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়

(Determine the cetane number of diesel fuel by the CFR engine)

উদ্দেশ্য

(১) ডিজেল ফুয়েলের ইগনিশন প্রকৃতি নির্ণয় সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(২) প্রাথমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল (primary reference fuel) হেক্সা ডিকেন-$C_{16}H_{34}$ সম্পর্কে ধারণা অর্জন

(৩) অপর প্রাথমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল আলফা মিথাইল ন্যাফথালিন- $C_{10}H_7CH_3$ বা $C_{11}H_{10}$ সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(৪) প্রসঙ্গ মিশ্রণ (reference mixture) বা মাধ্যমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(৫) রুটিন ফুয়েল নিরীক্ষণ সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(৬) ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার সম্পর্কে ধারণা অর্জন, ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্র ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) এ.এস.টি.এম (A.S.T.M) নং- D613 তে সি.এফ.আর (C.F.R) ইঞ্জিন,

(২) পরীক্ষার জন্য মাধ্যমিক প্রসঙ্গ ফুয়েলের মিশ্রণ, রুটিন ফুয়েল প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : সি.এফ.আর ইঞ্জিন চলাকালীন সময়ে এটির সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করা যায়। এই ইঞ্জিনের ফ্লাই হুইলে দুটি নিওন লাইট থাকে। এই লাইটের একটি ফুয়েল ইনজেকশন শুরু হওয়ার সাথে এবং অপরটি চার্জ প্রজ্জ্বলন শুরু হওয়ার সাথে জ্বলে উঠে। পরীক্ষার সময় ইঞ্জিনের ঘূর্ণনগতি প্রতি মিনিটে ৯০০ বার এবং জ্যাকেটের পানির তাপমাত্রা ২০৯° হতে ২১৫° ফারেনহাইট (১০০° সেলসিয়াস) বজায় থাকে। তবে পরীক্ষা চলাকালে মাত্র ১° তাপমাত্রা পরিবর্তন গ্রহণযোগ্য।

পরীক্ষার শুরুতে প্রথমে অজানা ফুয়েলে ইঞ্জিন চালানো হয়। এ সময় ইঞ্জিনের টি.ডি.সি (T.D.C) এর ১৩° পূর্বে ইঞ্জেকটকৃত ফুয়েল টি.ডি.সি-তে পিস্টন উঠার সাথে সাথে প্রজ্জ্বলিত না হওয়া পর্যন্ত ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত (compression ratio) পরিবর্তিত হয়। ইঞ্জিনের সংকোচন অনুপাত ফুয়েলের সিটেন নাম্বারের সাথে সম্পর্কযুক্ত। উচ্চ সিটেন নাম্বার সম্পন্ন ফুয়েল অপেক্ষাকৃত বেশি স্বতঃস্ফূর্তভাবে প্রজ্জ্বলিত হয় এবং এক্ষেত্রে

সংকোচন অনুপাত কম প্রয়োজন হয়। ১৩° বিলম্বিত সময়ের জন্য প্রয়োজনীয় সংকোচন অনুপাত নির্ণয় করে বাধা সৃষ্টির মাধ্যমে অজানা ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় করা হয়।

সাবধানতা : সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) পরীক্ষাধীন ফুয়েল মিশ্রণের সঠিকতা বজায় রাখা জরুরি, অন্যথায় ফলাফলে বিঘ্ন ঘটে।

(২) নিওন লাইট দ্বারা পরীক্ষা সঠিকভাবে পর্যবেক্ষণ ও লিপিবদ্ধ করতে হয়, লাইটের ত্রুটির জন্য পরীক্ষাতেও ত্রুটি ঘটে।

(৩) পরীক্ষার সময় ইঞ্জিনের ঘূর্ণনগতি সঠিক এবং জ্যাকেট পানির তাপমাত্রার পরিবর্তন ১° এর অধিক অগ্রাহ্য অবস্থায় রাখতে হয় অন্যথায় সিটেন নাম্বারের হিসাব সঠিক নয় না।

(৪) দহন প্রকোষ্ঠে ফুয়েল প্রজ্জ্বলনের বিলম্বিত সময় ১৩° এর ক্ষেত্রে সংকোচন অনুপাত নির্ণয় করে বাধার মাধ্যমে অজানা ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় করা হয়। এক্ষেত্রে বিলম্বিত সময় ১৩° এর কম অথবা বেশি গ্রহণযোগ্য হয় না।

মন্তব্য : সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় একটি সূক্ষ্মতম পরীক্ষণ প্রক্রিয়া। ধৈর্য সহকারে পরীক্ষাটি করতে পারলে বাস্তব জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট কত?

উত্তর : ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্টের মান হলো ৬৬° থেকে ১২০° সেলসিয়াস।

২। পাতিত ফুয়েল কিভাবে পাওয়া যায়?

উত্তর : পরিশোধনাগারে অপরিশোধিত তেল থেকে অধিক উদ্বায়ী অংশ বের করে নেয়ার পর যে অংশ অবশিষ্ট থাকে তা থেকে পাতিত ফুয়েল পাওয়া যায়।

৩। কেরোসিন কি ধরনের ফুয়েল?

উত্তর : কেরোসিন এক ধরনের হালকা ফুয়েল, যাকে এক কথায় পাতিত ফুয়েল (distillate fuel) বলে।

৪। ডিজেল ফুয়েলের তিনটি বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : ডিজেল ফুয়েলের তিনটি বৈশিষ্ট্য হলো—

(ক) উচ্চ উদ্বায়ীতা, (খ) ফ্ল্যাশ পয়েন্ট, (গ) সান্দ্রতা প্রভৃতি।

৫। সিটেন নাম্বারের একটি প্রধান গুরুত্ব লিখ।

উত্তর : ডিজেল ফুয়েলে সিটেন নাম্বার থাকলে সেটি উচ্চ দহন প্রকৃতি ধারণ করে এবং ইঞ্জিনকে নকবিহীন অবস্থায় চালু করে।

৬। উচ্চ গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনে ডিজেলের সিটেন নাম্বার কত থাকে?

উত্তর : উচ্চ গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনে ডিজেলের সিটেন নাম্বার ৪৫ থেকে ৫০।

৭। মধ্যম গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনে ডিজেলের সিটেন নাম্বার কত থাকে?

উত্তর : মধ্যম গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনে ডিজেলের সিটেন নাম্বার ৩৫ থেকে ৪৫।

৮। উর্ধ্বে কত সিটেন নাম্বারের প্রয়োগ নেই?

উত্তর : ডিজেল ইঞ্জিনের উচ্চ গতিসম্পন্ন ইঞ্জিনের ফুয়েলে ৬০ এর উর্ধ্বে সিটেন নাম্বারের কোনো প্রয়োগ নেই।

৯। ডিজেলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়ে কি ধরনের ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : ডিজেলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়ে সি.এফ.আর ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয়।

১০। সিটেন নাম্বার নির্ণয়ে কি ধরনের প্রাথমিক ফুয়েল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়ে প্রাথমিক প্রসঙ্গ ফুয়েল হিসেবে হেক্সাডিকেন ($C_{16}H_{34}$) ব্যবহৃত হয়।

১১। কোন ধরনের ইঞ্জিন চলার সময় সেটির সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করা যায়?

উত্তর : সি.এফ.আর ইঞ্জিন চলাকালে এটির সংকোচন অনুপাত পরিবর্তন করা যায়।

১২। সান্দ্রতা কি?

উত্তর : যে ধর্মের জন্য প্রবাহী এর অভ্যন্তরস্থ বিভিন্ন স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধার সৃষ্টি করে তাকে সান্দ্রতা বলে।

১৩। স্পেসিফিকেশন কি?

উত্তর : স্পেসিফিকেশন বলতে কোনো বস্তু বা যন্ত্র চিহ্নিতকরণে বিস্তারিত বর্ণনাকে বোঝায়। যেমন—সান্দ্রতা, আপেক্ষিক গুরুত্ব, সালফার ইত্যাদির তথ্য একটি দ্রব্যের স্পেসিফিকেশন।

১৪। ডিজেল ফুয়েলের তাপীয়মান কত?

উত্তর : সাধারণত ডিজেল ফুয়েলের তাপীয়মান থাকে ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ডিজেল ফুয়েল কি এবং এটি কিভাবে উৎপন্ন হয়, সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৪.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। পাতিত ও অবশিষ্ট ফুয়েল কি?

উত্তর : ১৪.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ডিজেল ফুয়েলের প্রয়োজনীয় দশটি বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কর।

উত্তর : ১৪.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৪.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার কিভাবে নির্দিষ্ট করা হয়, সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৪.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনের উপর সান্দ্রতার গুরুত্ব সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৪.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। ডিজেল ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন বলতে কি বুঝ, উদাহরণসহ লিখ।

উত্তর : ১৪.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। ডিজেল ফুয়েলের ফ্ল্যাশ পয়েন্ট নির্ণয় প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৪.৮ অনুচ্ছদে দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সংক্ষেপে বর্ণনা কর :

(ক) ডিজেল ফুয়েল, (খ) পাতিত ফুয়েল,

(গ) অবশিষ্ট ফুয়েল, (ঘ) ডিজেল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য,

(ঙ) সিটেন নাম্বার।

২। ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব এবং এটির সিটেন নাম্বার নির্ণয়করণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৩। ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনের উপর ডিজেল ফুয়েলের সান্দ্রতার গুরুত্ব ও এই ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

৪। সি.এফ.আর ইঞ্জিন দ্বারা ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয়ের উপর ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন লিখ।

৫। টীকা লিখ :

(ক) পাতিত ও অবশিষ্ট ফুয়েল,

(খ) ডিজেল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য,

(গ) সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব,

(ঘ) ইঞ্জিনের কার্যসম্পাদনার উপর ডিজেল ফুয়েলের সান্দ্রতার গুরুত্ব।

পঞ্চদশ অধ্যায়

ফুয়েল তেল

১৫.১ ভূমিকা

ফুয়েল তেল সাধারণত পেট্রোলিয়াম খনি থেকে আহরণ করা হয়। এ ফুয়েলের চেইনের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে সাধারণ প্যারাফিনের (normal paraffin's) নিজস্ব দহন তাপমাত্রার হ্রাস ঘটে। যেহেতু সিটেন রেটিং ফুয়েল তেলের দহনোপযোগিতার বৈশিষ্ট্য, তাই অপেক্ষাকৃত ভারি প্যারাফিন গ্রুপের ফুয়েল তেল উচ্চ সিটেন রেটিং ধারণ করে। বিভিন্ন হাইড্রোকার্বন সদস্যের সিটেন রেটিং সাধারণত সাধারণ প্যারাফিন অপেক্ষা কম হয়। এর কারণ হলো সাধারণ প্যারাফিন, ন্যাফথিন ও অ্যারোমেটিক অধিক অকটেন রেটিং ধারণ করে।

বিপরীত সম্পর্কযুক্ত দুটি সিটেন ও অকটেন রেটিং-এ দেখা গেছে যে, স্ট্রেইট রান ফুয়েল (straight run fuels), যা স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিনের জন্য নিম্নমানের, সেটি সংকোচন ইগনিশন ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে ভালো ফুয়েল। ক্যাটালাইটিক ক্র্যাকিং পদ্ধতিতে এই ফুয়েল পাওয়া যায়। তবে ফুয়েলের মধ্যে পেট্রোল সবচেয়ে উত্তম এবং দামেও বেশি। আধুনিক ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য ডিজেল ফুয়েলের চাহিদাও দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে যা খুব শীঘ্রই পেট্রোল ফুয়েলের চাহিদার সমান হবে। তবে একথা উন্নত বিশ্বের জন্য প্রযোজ্য, যেখানে কার-এর চেয়ে বাস ও ট্রাকের সংখ্যা কম এবং ব্যবহার কম। কিন্তু উন্নয়নশীল দেশে কার-এর সংখ্যা বাস ও ট্রাকের চেয়ে কম যেখানে ডিজেল তেলের চাহিদা পেট্রোলের চেয়ে অধিক।

ডিজেল ফুয়েল, ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য যেমন উপযুক্ত ফুয়েল তেমনি উপযুক্ত গ্যাস টারবাইন ও জেট ইঞ্জিনের জন্যও প্রযোজ্য।

১৫.২ ফুয়েল তেলের তাপীয়মান (The heating value of fuel oil)

একক ভরবিশিষ্ট কোনো ফুয়েলকে সম্পূর্ণরূপে দহন ঘটানোর পর সেটি থেকে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয়, তাকে সেই ফুয়েলের তাপীয়মান বলে। একে অন্যকথায় দহনজনিত তাপও বলে। যেমন—ডিজেল ফুয়েলের তাপীয়মান ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি। অর্থাৎ ১ কেজি ডিজেল ফুয়েলে ১০০০০ কিলোক্যালরি তাপ নিহিত থাকে। নিয়ন্ত্রিত উপায়ে ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাসের অক্সিজেনের সাথে এই ফুয়েলের দহন ঘটানো হলে উল্লিখিত পরিমাণ তাপ পাওয়া যায়।

ফুয়েলের এই দহনজনিত তাপ দুটি ব্যবহারিক গুরুত্বের উপর নির্ভর করে, যেমন—

(ক) ধ্রুব আয়তনে দহনের তাপ (The heat of combustion at constant volume) এবং

(খ) ধ্রুব চাপে দহনের তাপ (The heat of combustion at constant pressure)।

ধ্রুব আয়তনে দহনের তাপ, বোম অথবা ধ্রুব আয়তন ক্যালরিমিটার (Bomb or constant volume calorimeter) দ্বারা পরিমাপ করা হয়। এই ক্যালরিমিটারে ফুয়েল ও বাতাসের মিশ্রণকে আদি তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করা হয় তবে দহন ক্রিয়ার সময়ে উৎপন্ন জলীয় বাষ্প ঠাণ্ডা হয়ে তরল হওয়ার দরুন যে শক্তি ছেড়ে দেয় তাকে উচ্চ তাপীয়মান বলে। আবার ফুয়েল ও বাতাসের মিশ্রণকে প্রাথমিক তাপমাত্রায় ঠাণ্ডা করা হয়, তবে দহন ক্রিয়ার সময়ে উৎপন্ন পানি তরল না হয়ে বাষ্পীয় অবস্থায় থাকলে যে তাপীয়মান পাওয়া যায় তাকে নিম্ন তাপীয়মান (lower heating value) বলে। কঠিন ও তরল ফুয়েলের ক্ষেত্রে তাপীয়মান প্রতি গ্রামে ক্যালরি হিসাবে অথবা প্রতি পাউন্ডে বি.টি.ইউ হিসাবে প্রকাশ করা হয়।

১৫.৩ ফুয়েল তেলের স্পেসিফিকেশন (The specification of fuel oil)

আন্তর্জাতিক ফুয়েল তেলের বাজারে ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন উল্লেখ করতে হলে ফুয়েলের শ্রেণীভেদ উল্লেখ করার প্রয়োজন হয়। ফুয়েল তেলের স্পেসিফিকেশনে ফুয়েল তেল 1 এবং 1D (আবার 2, 2D, 4 এবং 4D) সবগুলো একই ধরনের হলেও ডিজেল ইঞ্জিন পরিচালনার ক্ষেত্রে এগুলোর সিটেন রেটিং, সালফার ইত্যাদির পার্থক্য দৃশ্যমান হয়। এ কারণে 2–এ উল্লিখিত ফুয়েল তেল অথবা 2D তে উল্লিখিত তেল ডিজেল তেল হিসেবে বিবেচিত হয়। অনেক তেল কোম্পানিই তাদের নিজস্ব উৎপাদিত ডিজেলের সাথে অন্যান্য একই উপাদানের তুলনা করে থাকে।

১৫.৪ ফুয়েল তেলের ব্যবহার (The uses of fuel oil)

ফুয়েল তেলের বহুবিধ ব্যবহার নিম্নরূপ :

(১) ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে : উচ্চ গতিসম্পন্ন ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য উচ্চ উদ্বায়ী ডিজেল ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। আবার নিম্নগতিসম্পন্ন ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য কম উদ্বায়ী ডিজেল ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। এই ফুয়েলের উদ্বায়ীতা ঠিক না থাকলে ইঞ্জিনে ফুয়েল খরচ বৃদ্ধি পায় এবং নির্গমন তাপমাত্রা ও ধোঁয়া অধিক হয়। ইঞ্জিন সিলিন্ডারে নির্ধারিত সময়ে ডিজেল ফুয়েলের স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রজ্জ্বলনের ক্ষমতাকে দহন প্রকৃতি বলে। সিটেন সংখ্যা দ্বারা ডিজেল ফুয়েল বা ফুয়েল তেলের দহন প্রকৃতি প্রকাশ করা হয়। নিম্ন তাপমাত্রায় যেসব ফুয়েল স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রজ্জ্বলিত হতে পারে এদেরকে উচ্চ প্রজ্জ্বলনধর্মী ফুয়েলরূপে গণ্য করা হয়। উচ্চ প্রজ্জ্বলনধর্মী ফুয়েল ব্যবহারে ইঞ্জিনে ধোঁয়া সৃষ্টি হয়, ইঞ্জিন সহজে চালু হয় এবং ইঞ্জিনে কোনো দহনজনিত আওয়াজ উৎপন্ন হয় না। জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবেও ফুয়েল তেল ব্যবহৃত হয়।

(২) গৃহস্থালি তাপীয় কাজে : তুলনামূলকভাবে হালকা ফুয়েল তেল কেরোসিনকে চুল্লিতে ব্যবহার করে গৃহস্থালি ফুয়েলের চাহিদা মিটানো হয়। তদুপরি বয়লারের চুল্লি, টারবাইনের গ্যাস উৎপাদন চুল্লি প্রভৃতিতেও ফুয়েল হিসেবে এটি ব্যবহার করা হয়।

(৩) নিম্নমানের গ্যাসীয় তেল হিসেবে : ফুয়েল তেলকে ক্র্যাকিং প্রক্রিয়ায় বিশ্লেষণ করা হলে এটির নিম্নাংশ থেকে নিম্নমানের গ্যাসীয় তেল পাওয়া যায়। এই তেল গৃহস্থালি ফুয়েল, ডিজেল ইঞ্জিনের ফুয়েল এবং বয়লার চুল্লির ফুয়েল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(৪) বিকল্প ফুয়েল তেল হিসেবে : পেট্রোল ইঞ্জিনে অনেক সময় উন্নতমানের কেরোসিন ফুয়েল তেলকে ফুয়েল হিসেবে এবং ডিজেল ইঞ্জিনে নিম্নমানের কেরোসিন তেলকে ফুয়েল হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

ব্যবহারিক কাজ

ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয়

(Determining the heating value of fuel oil)

উদ্দেশ্য

(১) কঠিন ও তরল ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয়ে বোম ক্যালরিমিটারের ব্যবহার সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া,

(২) ক্যালরিমিটারের যন্ত্রাংশ ও কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে জ্ঞাত হওয়া,

(৩) বোম ক্যালরিমিটার ব্যবহারের সময় সাবধানতা অবলম্বন করা প্রভৃতি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয়ে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহার করা হয়, যেমন—

(১) বোম ক্যালরিমিটার বা ফুয়েল তেলের তাপীয়মান পরীক্ষণ যন্ত্র,

(২) ১ গ্রাম ফুয়েল তেল,

(৩) থার্মোমিটার,

(৪) স্টোরেজ অথবা ড্রাইসেল ব্যাটারি,

(৫) পানি,

(৬) নাড়ানি, প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : ৪.১ চিত্রে ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে বোম ক্যালরিমিটার যন্ত্রে B একটি ইস্পাতের পাত্র, যাকে বোম বলে। বোম B এর মুখ বন্ধ থাকে। এই পাত্রের ভিতর একটি প্লাটিনামের পাত্র P থাকে। দুটি তার দ্বারা পাত্রটির মধ্যে একটি সরু তারের কুণ্ডলি E ঝুলিয়ে দেয়া হয় এবং তার দুটির দুই প্রান্ত দুটি স্ক্রু S_1 ও S_2 এর সাথে সংযুক্ত করা হয়।

পরীক্ষাধীন ১ গ্রাম ফুয়েল তেল দ্বারা তারটি ঢেকে দেয়া হয়। L নল দ্বারা বোম B–তে বিশুদ্ধ অক্সিজেন প্রবাহিত করে ২০ থেকে ২৫ পাউন্ড/ বর্গইঞ্চি বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বোমটিকে অক্সিজেন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ করা হয় এবং নলের মুখ k ছিপি দ্বারা বন্ধ করা হয়। একটি সাধারণ ক্যালরিমিটার C–তে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি নিয়ে সে পানির মধ্যে বোম B বসানো হয়। এরপর ক্যালরিমিটারে একটি থার্মোমিটার T এবং একটি নাড়ানি S স্থাপন করা হয়। ক্যালরিমিটার থেকে যাতে তাপের অপচয় না হয় সেজন্য ক্যালরিমিটারকে একটি দুই দেয়ালবিশিষ্ট প্রকোষ্ঠ R এর ভিতর রেখে প্রকোষ্ঠের দেয়ালদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থান তুলা, উল ইত্যাদি কুপরিবাহী পদার্থে ভর্তি করা হয়।

অতঃপর পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা থার্মোমিটারে নিরীক্ষণ ও লিপিবদ্ধ করে সরু তারের কুণ্ডলির S_1 ও S_2 স্ক্রুদ্বয়ের সাথে ব্যাটারি সংযুক্ত করে কয়েক সেকেন্ডের জন্য কুণ্ডলির

মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ সঞ্চালিত করা হয়। এতে তারের কুণ্ডলির রং লালচে আকার ধারণ করে এবং উদ্ভূত তাপে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ফুয়েল তেল সম্পূর্ণরূপে দগ্ধ হয়। এতে যে তাপ পাওয়া যায় তাতে ক্যালরিমিটার ও পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এমতাবস্থায় পানি নাড়ানি দ্বারা নাড়তে হয় এবং ফুয়েল পুড়ে শেষ হলে থার্মোমিটার দ্বারা চূড়ান্ত তাপমাত্রা গ্রহণ করা হয়।

বোমসহ সাধারণ ক্যালরিমিটারের ভর = W গ্রাম, পানির ভর = m গ্রাম

পানির প্রাথমিক ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা যথাক্রমে = t_1^0C এবং t_2^0C, ফুয়েলের পরিমাণ = M গ্রাম

সুতরাং M গ্রাম ফুয়েলের দহনে উৎপন্ন তাপ = (পানি ও ক্যালরিমিটার + বোম কর্তৃক) গৃহীত তাপ = $m(t_2 - t_1) + W(t_2 - t_1) = (m + W)(t_2 - t_1)$ ক্যালরি

সুতরাং ফুয়েল তেলের বাষ্পীয় অবস্থায় তাপীয়মান = $\frac{m + W}{M}(t_2 - t_1)$ ক্যালরি/গ্রাম

সাবধানতা : ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যেমন—

(১) বোম–B এর মধ্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ ফুয়েল তেল নেয়ার পর এটির মুখ বন্ধ করতে হয়। অন্যথায় তাপের অপচয় হলে পরীক্ষার তথ্য ভুল হতে পারে।

(২) তাপ প্রয়োগের জন্য কুণ্ডলিতে বিদ্যুৎপ্রবাহ নিশ্চিত করতে ব্যাটারিতে সঠিক পর্যায়ে চার্জ থাকতে হয়। অন্যথায় ফুয়েলের ঠিকমতো দহন ঘটবে না এবং পরীক্ষাতেও ব্যাঘাত ঘটতে পারে।

(৩) ক্যালরিমিটারকে দুই দেয়ালবিশিষ্ট প্রকোষ্ঠ R–এর ভিতর রেখে প্রকোষ্ঠের দেয়ালদ্বয়ের মধ্যবর্তী স্থান তুলা, উল প্রভৃতি কুপরিবাহী পদার্থ দ্বারা ভর্তি করা হয়। অন্যথায় ক্যালরিমিটারের তাপের অপচয় ঘটে।

মন্তব্য : বোম ক্যালরিমিটার দ্বারা ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নিরীক্ষণ কার্য একটি সূক্ষ্মতম পরীক্ষা। সুতরাং এটি ধৈর্য সহকারে সঠিকভাবে সম্পাদন করলে এ ব্যাপারে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। সাধারণত কোন কোন ফুয়েল অধিক অকটেন রেটিং ধারণ করে?

উত্তর : সাধারণত প্যারাফিন, ন্যাফথিন ও অ্যারোমেটিক অধিক অকটেন রেটিং ধারণ করে।

২। কম গতিসম্পন্ন ইঞ্জিন কোন ধরনের ফুয়েল ব্যবহার করে?

উত্তর : সব বড় ধরনের কম গতিসম্পন্ন ইঞ্জিন পাতিত ও অবশিষ্ট শোধিত ফুয়েল (distillate and residual refining fuels) ব্যবহার করে।

৩। ফুয়েলের তাপীয়মান বলতে কি বুঝ?

উত্তর : একক ভরবিশিষ্ট কোনো ফুয়েলকে সম্পূর্ণরূপে দহন ঘটানোর পর সেটি থেকে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় তাকে সেই ফুয়েলের তাপীয়মান বলে। উদাহরণস্বরূপ ডিজেল ফুয়েলের তাপীয়মান ১০,০০০ কিলোক্যালরি/কেজি।

৪। ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে কি যন্ত্র ব্যবহার করা হয়?

উত্তর : ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় করতে বোম ক্যালরিমিটার যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

৫। ফুয়েলের দহনজনিত তাপ কিসের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : ফুয়েলের দহনজনিত তাপ দুটি ব্যবহারিক গুরুত্বের উপর নির্ভর করে, যেমন—

(ক) ধ্রুব আয়তনে এবং

(খ) ধ্রুব চাপে দহনের তাপ।

৬। ডিজেল ফুয়েলের মূল স্পেসিফিকেশন কি?

উত্তর : নং 2 এবং নং 2D বলতে ডিজেল ফুয়েলের মূল স্পেসিফিকেশন বোঝায়।

৭। ফুয়েল তেলের তিনটি ব্যবহারিক দিক উল্লেখ কর।

উত্তর : ফুয়েল তেলের তিনটি ব্যবহারিক দিক হলো—

(ক) ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে,

(খ) গৃহস্থালি তাপীয় কাজ এবং

(গ) নিম্নমানের গ্যাসীয় তেল হিসেবে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ফুয়েল তেল এবং সিটেন রেটিং বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ১৫.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। ফুয়েল তেলের তাপীয়মান কি এবং ফুয়েলের দহনের তাপ কিসের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : ১৫.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। ফুয়েল তেলের স্পেসিফিকেশন বলতে কি বুঝ, উদাহরণসহ লিখ।

উত্তর : ১৫.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। ফুয়েল তেল কোন কোন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়, লিখ।

উত্তর : ১৫.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। বোম ক্যালরিমিটার দ্বারা ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

৬। বোম ক্যালরিমিটার দ্বারা ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয়ে কি কি সাবধানতা অবলম্বন করা হয়?

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। ফুয়েল তেল কি? এটির সিটেন রেটিং, গঠন ও উৎপত্তি সম্পর্কে ব্যাখ্যা কর।

২। ফুয়েল তেলের তাপীয়মান বলতে কি বোঝায়, বর্ণনা কর এবং এই ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

৩। ফুয়েল তেলের ব্যবহারিক ক্ষেত্র বর্ণনা কর এবং তেলের তাপীয়মান নির্ণয়ে বোম ক্যালরিমিটারের চিত্রসহ গঠন প্রদর্শন কর।

৪। ফুয়েল তেলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়ার উপর একটি ব্যবহারিক কাজের প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

৫। প্রমাণ কর যে, ফুয়েল তেলের বাষ্পীয় অবস্থায় তাপীয়মান $= \frac{m + W}{M} (t_2 - t_1)$ ক্যালরি/গ্রাম।

ষোড়শ অধ্যায়

জেট ইঞ্জিন ফুয়েল

১৬.১ জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান (The compositions of jet engine fuel)

মূলত জেট ইঞ্জিন বলতে উড়োজাহাজের ইঞ্জিনকে বোঝায়। জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল হিসেবে সাধারণত পেট্রোল জাতীয় ফুয়েল তেল ব্যবহৃত হয়। প্যারাফিন গ্রুপের ফুয়েল তেলই এ ফুয়েলের অন্তর্ভুক্ত। তেলের এ গ্রুপকে অ্যালকেন নামে আখ্যায়িত করা হয়। অ্যালকেন খোলা চেইন কাঠামো ধারণ করে যাকে অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন বলে এবং এর সাধারণ সূত্র হচ্ছে C_nH_{2n+2}. এ গ্রুপের সাধারণ সদস্যের নাম হলো : মিথেন (CH_4), বিউটেন (C_4H_{10}), হেক্সেন (C_6H_{14}), আইসোবিউটেন (C_4H_{10}), আইসোঅকটেন (C_8H_{18}), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_8), পেনটেন (C_5H_{12}), আইসোপেনটেন (C_5H_{12}), আইসোহেক্সেন (C_6H_{14}), হেপটেন (C_7H_{16}), অকটেন (C_8H_{18}), নোনেন (C_9H_{20}), ডিকেন ($C_{10}H_{22}$), আইসোডিকেন ($C_{10}H_{22}$), ডোডিকেন ($C_{12}H_{26}$), ট্রাইডিকেন ($C_{13}H_{28}$), টেট্রাডিকেন ($C_{14}H_{30}$), পেন্টাডিকেন ($C_{15}H_{32}$), হেক্সাডিকেন ($C_{16}H_{34}$), হেপ্টাডিকেন ($C_{17}H_{36}$), অক্টাডিকেন ($C_{18}H_{38}$) প্রভৃতি।

ফুয়েল খনির কঠিন শিলাবিন্যাস থেকে ফুয়েল তেলের শেল পাওয়া যায়, এতে ৪০% হাইড্রোকার্বন এবং ৬০% নাইট্রোজেন, সালফার ও অক্সিজেনের মিশ্রণ পাওয়া যায়। সেনাবাহিনীতে ব্যবহৃত উড়োজাহাজ এবং বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত উড়োজাহাজে এই অধিক উদ্বায়ী ও অকটেনবিশিষ্ট ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। তবে এ ফুয়েলের মূল উপাদান হচ্ছে যোজনীর কম বেশি অনুযায়ী কার্বন ও হাইড্রোজেন। এগুলোর মধ্যে কম যোজনী বিশিষ্ট ফুয়েল তুলনামূলকভাবে অধিক তাপশক্তি ধারণ করে এবং সেজন্য এগুলোর অকটেন রেটিংও বেশি।

১৬.২ জেট ফুয়েলের এ.পি.আই গুরুত্বসহ ব্যবহার (The uses of jet fuel with A.P.I gravity)

ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব বলতে এটি পানির তুলনায় কতগুণ ভারি বা হালকা তা বোঝায়। জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭ থেকে ০.৭৫। অনেক সময় আপেক্ষিক গুরুত্বের স্থলে এ.পি.আই (A.P.I–American Petroleum Institute) আপেক্ষিক গুরুত্ব ব্যবহৃত হয়।

$$\text{ডিগ্রি এ.পি.আই} = \frac{১৪৩.৫}{৬০^\circ \text{ ফা: (১৫}^\circ \text{ সেলসিয়াস) এ আপেক্ষিক গুরুত্ব} - ১৩১.৫}$$

এ.পি.আই আপেক্ষিক গুরুত্ব এবং মধ্যম গলনাঙ্কের সাথে সিটেন নাম্বারকে পরস্পর সম্পর্কযুক্ত করা যায়। এই দুই ধর্মের সাহায্যে নিম্নবর্ণিত সূত্রানুযায়ী যে নাম্বার হিসাব করা হয় তাকে হিসাবকৃত সিটেন নাম্বার বলে।

হিসাবকৃত সিটেন নাম্বার = $97.833\ (\text{Log}T)^2 + 2.288G\ \text{Log}T + 0.01247G^2 - 423.51\ \text{Log}\ T - 4.70808\ G + 419.59.$

এখানে G = এ.পি.আই আপেক্ষিক গুরুত্ব

T = মধ্যম গলনাঙ্ক

প্রতি ব্রেক অশ্ব ক্ষমতার (B.H.P) জন্য প্রতি ঘণ্টায় ইঞ্জিনে যে পরিমাণ ফুয়েল খরচ হয় তাকে ইঞ্জিনের আপেক্ষিক ফুয়েল খরচ বলে। একে লিটার অথবা কেজি দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আপেক্ষিক ফুয়েল খরচ সরাসরি ফুয়েলের তাপীয়মানের সাথে সম্পর্কযুক্ত। ফুয়েল তেলের ক্ষেত্রে এ.পি.আই আপেক্ষিক গুরুত্ব তাপীয়মানের ব্যবহারিক সূচক। এ.পি.আই গুরুত্ব বেশি বলে ফুয়েলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ বেশি এবং তাপীয়মানও বেশি। এটির ক্ষেত্রে আয়তনের হিসাবে আপেক্ষিক ফুয়েল খরচও বেশি হবে এবং ওজনের ভিত্তিতে ফুয়েল খরচ কম হবে। এটি বেশি হলে ইঞ্জিনে উৎপাদিত শক্তি কম হবে। কারণ প্রতি স্ট্রোকে প্রবেশকৃত ফুয়েলে কিলোক্যালরির পরিমাণ কম হবে।

১৬.৩ জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য (The characteristics of jet fuel)

জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ :

(১) আওয়াজ বৈশিষ্ট্য (Knock characteristics) : বর্তমানে সিটেন নাম্বার দ্বারা ফুয়েল তেল ও ডিজেল ফুয়েলের অযাচিত শব্দের পরিমাপ করা যায়। অস্বস্তিকর আওয়াজ প্রতিরোধ করার জন্য ফুয়েলের সিটেন নাম্বার অবশ্যই বেশি থাকতে হবে।

(২) চালুকরণ বৈশিষ্ট্য (Starting characteristics) : জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের এমন বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন যাতে সহজভাবে ইঞ্জিন চালু হতে পারে। এ ফুয়েল যাতে তাড়াতাড়ি বাষ্পীভূত হয়ে ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে দহনযোগ্য মিশ্রণ তৈরি করতে পারে সেজন্য এর উদ্বায়ীতা বেশি হওয়া প্রয়োজন।

(৩) ধোঁয়া ও দুর্গন্ধ : জেট ইঞ্জিনের ফুয়েলে এমন ধর্ম থাকতে হবে যাতে কখনোই নির্গমন পাইপ হতে কোনো ধোঁয়া ও দুর্গন্ধ নির্গত না হয়। ফুয়েল যদি ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে সম্পূর্ণরূপে প্রজ্জ্বলিত হয় তবে এটি ধোঁয়া ও দুর্গন্ধ প্রদান করবে না। এজন্য উদ্বায়ীতা বেশি হলে ফুয়েল ভালোভাবে বাষ্পীভূত হবে এবং মিশ্রণ ভালো হবে। ফলে এটি সঠিকভাবে প্রজ্জ্বলিত হবে।

(৪) যান্ত্রিক ও রাসায়নিক ক্ষয় (Mechanical and chemical corrosion) : ফুয়েল ব্যবহারের পূর্বে বা পরে ইঞ্জিন যন্ত্রাংশের যান্ত্রিক ও রাসায়নিক ক্ষতি হওয়া উচিত নয়। এতে সালফার, ছাই ও তলানির পরিমাণ তুলনামূলকভাবে বেশি হলে এসব অসুবিধা দেখা দেয়। কাজেই জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল সালফার, ছাই ও তলানিমুক্ত হওয়া প্রয়োজন।

(৫) ফুয়েল পরিচালনা সহজ হওয়া : জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের সান্দ্রতা, পোর পয়েন্ট, ফ্ল্যাশ পয়েন্ট, উদ্বায়ীতা প্রভৃতি সঠিক অবস্থায় থাকা বাঞ্ছনীয়। সব ঠিক থাকলে ফুয়েল তরল থাকবে এবং তখন এটি সহজে পরিচালনযোগ্য হবে। ফুয়েল সহজে চলাচলের সুবিধার্থে এটির সান্দ্রতা তুলনামূলকভাবে কম হতে হবে, পোর পয়েন্ট বেশি এবং ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ও উদ্বায়ীতা কম হতে হবে।

১৬.৪ জেট ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন (The specification of jet fuel)

জেট ইঞ্জিন ফুয়েল সংগ্রহের জন্য এটির সঠিক স্পেসিফিকেশন জানা প্রয়োজন। জেট ও ডিজেল ইঞ্জিন ফুয়েলের মধ্যে অনেক মিল রয়েছে। তবে জেট ইঞ্জিন ফুয়েল বলতে মূলত কেরোসিন প্রকৃতির ফুয়েলকেই বোঝায়। স্থায়ী গ্যাস টারবাইন ও জেট ইঞ্জিনে গ্যাসীয় বা হালকা পাতিত ফুয়েল ব্যবহৃত হয় এবং এ ধরনের বড় বড় ইঞ্জিন ও গ্যাস টারবাইনে অপেক্ষাকৃত গাঢ় অবশিষ্ট ফুয়েল ব্যবহৃত হয়।

কেরোসিন এক ধরনের ফুয়েল যার এ.এস.টি.এম প্রান্ত বিন্দু ৫৭২° ফারেনহাইট (ঊর্ধ্বে) এবং ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১২০° ফারেনহাইট (নিম্নে)। এ ফুয়েলে অ্যারোমেটিক এর পরিমাণ খুবই কম। নিম্নেবর্ণিত প্রথম টার্বোজেট, JP–1 ফুয়েল অর্থাৎ কেরোসিন ব্যবহার করে। এ ফুয়েলকে অন্যভাবে কেরোসিন প্রকৃতির পেট্রোলও বলে। JP–2 ফুয়েল সেনাবাহিনীর টার্বোজেট প্রকৃতির রেসিপ্রোকেটিং পিস্টন ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হতো। JP–3 ফুয়েল ঠাণ্ডায় ইঞ্জিন চালু করার ক্ষেত্রে উপযোগী। JP–4 ফুয়েলের দহন বৈশিষ্ট্য অধিক। JP–5 ও JP–6 ফুয়েল সুপারসোনিক বিমানের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। জেট ইঞ্জিন বলতে কি বুঝ?

উত্তর : জেট ইঞ্জিন বলতে সাধারণত উড়োজাহাজের ইঞ্জিনকে বোঝায়।

২। জেট ইঞ্জিনে কি ধরনের ফুয়েল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : জেট ইঞ্জিনে সাধারণত পেট্রোল জাতীয় ফুয়েল ব্যবহৃত হয়। JP–1, JP–3 প্রভৃতি স্পেসিফিকেশন দ্বারা জেট ইঞ্জিনের ফুয়েল চিহ্নিত করা হয়।

৩। জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের গ্রুপের নাম লিখ।

উত্তর : জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের গ্রুপের নাম হলো অ্যালকেন্। এ গ্রুপের হাইড্রোকার্বন হলো মিথেন (CH_4), বিউটেন (C_4H_{10}) প্রভৃতি।

৪। ফুয়েল তেলের শেলে কি কি উপাদান থাকে?

উত্তর : ফুয়েল তেলের শেলে ৪০% হাইড্রোজেন এবং ৬০% নাইট্রোজেন, সালফার ও অক্সিজেন পাওয়া যায়।

৫। জেট ইঞ্জিনের ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব কত?

উত্তর : জেট ইঞ্জিনের ফুয়েলের আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৭ থেকে ০.৭৫। এ.পি.আই গুরুত্ব বেশি হলে ফুয়েলে হাইড্রোজেনের পরিমাণ বেশি এবং তাপীয়মানও বেশি হয়।

৬। জেট ফুয়েলের তিনটি বৈশিষ্ট্যের নাম লিখ।

উত্তর : দহনজনিত আওয়াজ, চালুকরণ বৈশিষ্ট্য, ধোঁয়া ও দুর্গন্ধ প্রভৃতি জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য হিসেবে বিবেচিত হয়।

৭। কেরোসিন ফুয়েলের প্রকৃতি লিখ।

উত্তর : কেরোসিন খোলা বাতির ফুয়েল যার এ.এস.টি.এম প্রান্তবিন্দু ৫৭২° ফারেনহাইট (উর্ধ্বে) এবং ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ১২০° ফারেনহাইট (নিচে)।

৮। JP–1 ফুয়েল কোথায় ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : প্রথম টার্বোজেট, JP–1 ফুয়েল ব্যবহার করে ; যার প্রকৃত নাম কেরোসিন। এ ফুয়েল পূর্বে জেট বিমান এবং বাণিজ্যিক বিমানের ফুয়েল হিসেবেও ব্যবহৃত হতো।

৯। JP–3 এবং JP–4 ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য কি?

উত্তর : JP–3 ফুয়েল ঠাণ্ডা ইঞ্জিন চালু করার ক্ষেত্রে উপযোগী এবং JP–4 ফুয়েলের দহন বৈশিষ্ট্য অধিক।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর : ১৬.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। জেট ফুয়েলের এ.পি.আই গুরুত্বসহ ব্যবহার লিখ।

উত্তর : ১৬.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : ১৬.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। জেট ফুয়েলের পাঁচটি স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

উত্তর : ১৬.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান ও এ.পি.আই গুরুত্বসহ ব্যবহার লিখ।

২। জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ও স্পেসিফিকেশন উল্লেখ কর।

৩। টীকা লিখ :

(ক) জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান,

(খ) জেট ফুয়েলের এ.পি.আই গুরুত্বসহ ব্যবহার,

(গ) জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য,

(ঘ) জেট ফুয়েলের স্পেসিফিকেশন।

সপ্তদশ অধ্যায়

কঠিন লুব্রিক্যান্ট

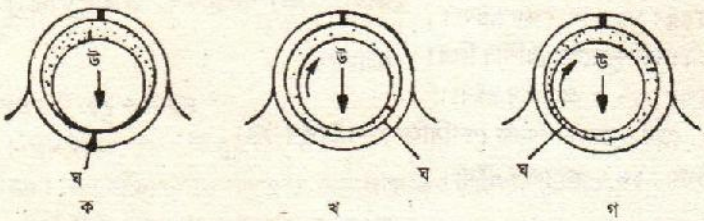
১৭.১ লুব্রিক্যান্ট

কোনো পিচ্ছিল দ্রব্য যা চলমান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিলতা বজায় রাখে এবং যন্ত্রাংশকে সহজভাবে চলতে সাহায্য করে তাকে লুব্রিক্যান্ট বলে। চলমান যন্ত্রাংশের মাঝে লুব্রিক্যান্ট-এর কাজ নিম্নরূপ :

(ক) এটি ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের ক্ষয়রোধ করে এবং ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিল করে।

(খ) লুব্রিক্যান্ট ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে ঘর্ষণ রোধ করে অথবা কমিয়ে ইঞ্জিনের ক্ষমতার অপচয় রোধ করে।

(গ) এটি শীতলীকরণ পদ্ধতির মতো কাজ করে ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের তাপ দূর করে।



চিত্র ১৭.১ : বিয়ারিং ও জার্নালের মধ্যে লুব্রিক্যান্টের পর্দা (ক–স্থিতিশীল, খ– ঘূর্ণনের শুরু এবং গ–পূর্ণ ঘূর্ণনগতি অবস্থা)।

(ঘ) এটি ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে সরাসরি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে শব্দ সৃষ্টি হতে বিরত রাখে।

(ঙ) পিস্টন রিং ও সিলিন্ডার দেয়ালের মধ্যে লুব্রিক্যান্ট বাতাস অথবা যে কোনো তরল পদার্থের প্রবাহ রোধকল্পে সংযোগ সৃষ্টি করে।

(চ) ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশ থেকে ময়লা পরিষ্কার করার মাধ্যম হিসেবে এটি কাজ করে।

(ছ) ১৭.১ চিত্রে লুব্রিক্যান্ট বিয়ারিং এর মধ্যে ঘূর্ণায়মান শ্যাফট, জার্নাল ও তৎসংলগ্ন যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিল পর্দা তৈরি করে।

ইঞ্জিন ও বিভিন্ন যন্ত্রের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিলতা বজায় রাখতে লুব্রিক্যাটিং তেল, গ্রিজ, গ্রাফাইট প্রভৃতি লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়।

১৭.২ লুব্রিক্যান্ট-এর শ্রেণীবিভাগ (The classification of lubricants)

প্রকৃতিভেদে বিভিন্ন লুব্রিক্যান্ট ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। ব্যবহারের প্রকৃতি বিবেচনায় লুব্রিক্যান্টকে তিন অবস্থায় ভাগ করা হয়, যেমন—

১। স্বাভাবিক পার্থক্যভেদে এটি তিন প্রকার, যথা—

(ক) তরল লুব্রিক্যান্ট (liquid lubricants),

(খ) আধা তরল লুব্রিক্যান্ট (semi liquid lubricants) এবং

(গ) কঠিন লুব্রিক্যান্ট (solid lubricants)।

২। উৎস হিসেবে এটি তিন প্রকার, যথা—

(ক) খনিজ তেল (mineral oil),

(খ) উদ্ভিদজাত তেল (vegetable oil) এবং

(গ) প্রাণীজ তেল (animal oil)।

৩। এ.পি.আই এবং এস.এ.ই অনুযায়ী একে চারভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) শীতকালীন তেল (winter oil) : একে তিনটি গ্রেডে ভাগ করা হয়, যেমন—

(অ) S.A.E– 5W (এখানে W বলতে শীতকাল বোঝায়),

(আ) S.A.E– 10W এবং

(ই) S.A.E– 20W।

(খ) শীতবিহীন তেল : একে চারটি গ্রেডে ভাগ করা হয়, যেমন—

(অ) S.A.E – 20 (আ) S.A.E – 30 (ই) S.A.E – 40 এবং

(ঈ) S.A.E – 50।

(গ) পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য এস.সিরিজ : একে ছয়ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(অ) SA, (আ) SB, (ই) SC, (ঈ) SD,

(উ) SE এবং (ঊ) SF।

(ঘ) ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য সি. সিরিজ : এটিকে CA থেকে CD পর্যন্ত চারভাগে ভাগ করা হয়। C সিরিজে এই চারটি লুব্রিক্যাটিং তেল S সিরিজের ন্যায় অপেক্ষাকৃত পরবর্তী ভাগের তেলটি ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়। এটি ছাড়া আরো এক ধরনের সার্ভিস হার বাজারে চালু আছে। পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য তিনটি সার্ভিস হার ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(অ) M.L (motor light) : হালকা কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।

(আ) M.M (motor moderate) : মধ্যম ধরনের কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।

(ই) M.S (motor severe) : ইঞ্জিনের তীব্রতর কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।

অপরদিকে ডিজেল ইঞ্জিনের জন্য নিম্নবর্ণিত তিনটি সার্ভিস হার ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(অ) D.G (diesel general) সার্ভিস : স্বাভাবিক বোঝা ও গতিবেগে এটি ব্যবহৃত হয়।

(আ) D.M (diesel moderate) সার্ভিস : মধ্যম তীব্রতায় ব্যবহারযোগ্য।

(ই) D.S সার্ভিস : অধিক উষ্ণতায় ও মাত্রাতিরিক্ত বোঝার ক্ষেত্রে ব্যবহারযোগ্য।

১৯৯২ ইং সালে এস.এ.ই সার্ভিস হার প্রবর্তন করে। এই লুব্রিক্যান্ট সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত বর্ণনা নিম্নরূপ :

(১) তরল লুব্রিক্যান্ট : ইঞ্জিনের বিভিন্ন চলমান অংশের লুব্রিক্যাটিং কাজে তরল লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। মোটরযানের ট্রান্সমিশন গিয়ার বক্স এবং পিছনের এক্সেল পদ্ধতিতে এ লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। সচরাচর ট্রান্সমিশন গিয়ার বক্সে এস.এ.ই-৩০ এবং এস.এ.ই-৪০ মানের লুব্রিক্যান্ট এবং পিছনের এক্সেলে বিশেষ তেল ব্যবহৃত হয়।

(২) আধা তরল লুব্রিক্যান্ট : এই লুব্রিক্যান্ট-এর আওতায় গ্রিজ চেসিস কাঠামোর সাথে সংযুক্ত যন্ত্রাংশে লুব্রিক্যাটিং কাজে ব্যবহৃত হয়। বিভিন্ন অনুপাতের খনিজ তেল এবং সাবানের সমন্বয়ে গ্রিজ উৎপন্ন হয়। গ্রিজকে নিম্নবর্ণিতভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) ক্যালসিয়াম বেস গ্রিজ (Calcium base grease) : কলিচুনের সাথে চর্বি মিশিয়ে এ গ্রিজ উৎপন্ন করা হয়। এতে কিছু পরিমাণ পানি ও সাবান মিশানো হয়। এ ধরনের গ্রিজের গলনাঙ্ক সাধারণত ২০০° ফারেনহাইট।

(খ) সোডিয়াম বেস গ্রিজ (Sodium base grease) : এ ধরনের গ্রিজ সোডা, সাবানের সমন্বয়ে প্রস্তুত করা হয়। একে অন্যকথায় আঁশযুক্ত গ্রিজও বলে। এই গ্রিজের গলনাঙ্ক ৩০০° থেকে ৪০০° ফারেনহাইট। যেখানে কার্যকর তাপমাত্রা উচ্চ থাকে, সেখানে যন্ত্রাংশের ঘর্ষণরোধে এই গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। বল ও রোলার বিয়ারিং-এ এই গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(৩) খনিজ তেল (Mineral oil) : পেট্রোলিয়ামকে পাতন করে এই তেল পাওয়া যায়। পরবর্তীতে এই তেলের সাথে কতিপয় উপাদান সংযোগ করে ইঞ্জিনের বিভিন্ন চলমান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিল করতে এটি ব্যবহৃত হয়।

(৪) উদ্ভিজ্জ তেল (Vegetable oil) : জলপাই, রেড়ি এবং তিসির তেলকে এ জাতীয় লুব্রিক্যান্ট হিসেবে চিহ্নিত করা হয়। প্রকৌশল ও প্রযুক্তি ক্ষেত্রে সূক্ষ্ম লুব্রিক্যাটিং কাজে এই তেল ব্যবহৃত হয়। ক্যাস্টর তেল এ ধরনের লুব্রিক্যান্ট-এর উদাহরণ।

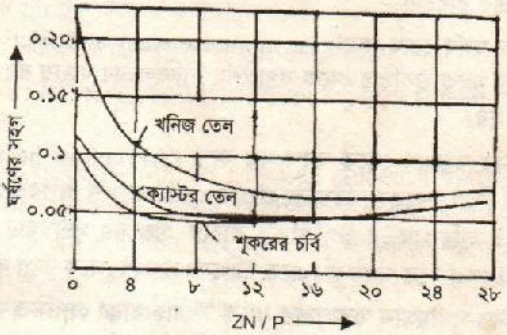
(৫) প্রাণীজ তেল (Animal oil) : শূকরের গলানো চর্বি এবং মাছের তেল থেকে এই লুব্রিক্যান্ট পাওয়া যায়। ইঞ্জিন সংক্রান্ত লুব্রিক্যাটিং কাজে এটি ব্যবহৃত না হলেও এটি ওষুধ এবং আনুষঙ্গিক মসৃণতার কাজে ব্যবহৃত হয়।

১৭.৩ কঠিন লুব্রিক্যান্ট (Solid lubricants)

সাধারণত পাউডার জাতীয় লুব্রিক্যান্টকে কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলে। গ্রাফাইট, মলিবডিনাম ও মাইকা কঠিন লুব্রিক্যান্ট হিসেবে পরিচিত। এই লুব্রিক্যান্ট বিয়ারিং ও জার্নালের মধ্যে সরাসরি রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটায় ও ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিলভাবে চলতে সহায়তা করে। গ্রাফাইট, মলিবডিনাম অথবা মাইকাকে খনিজ তেলের সাথে মিশিয়ে এ লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুত করা

হয়। বিয়ারিং ও শ্যাফটের চতুর্দিকে এ লুব্রিক্যান্ট দ্বারা পিচ্ছিল করা হয় বিধায় এ ধরনের লুব্রিক্যাটিং পদ্ধতিকে বহিস্থ লুব্রিক্যাটিং পদ্ধতি বলে।

মোটরযানের স্প্রিং-কে পিচ্ছিল করতে কঠিন লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। খনিজ তেলের সাথে স্বল্প পরিমাণ ধার্যকৃত তেলকে গ্রাফাইটের সাথে মিশিয়ে কঠিন লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুত করা হয়।



চিত্র ১৭.২ : লুব্রিক্যান্টে খনিজ তেল, ক্যাস্টর তেল ও শূকরের চর্বির জন্য ঘর্ষণ সহগের ছক।

১৭.২ চিত্রানুযায়ী ইঞ্জিনের ঘর্ষণ রোধে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টে খনিজ তেলের ঘর্ষণ সহগ সবচেয়ে কম, ক্যাস্টর তেলের মধ্যম এবং শূকরের চর্বির সবচেয়ে বেশি। দেখা যায় যে চর্বিযুক্ত তেল ধাতব পদার্থের উপরিভাগে অধিক তাপের ক্ষেত্রেও খনিজ তেলের তুলনায় অধিক সান্দ্রতা বজায় রাখতে পারে। এই তেল একবার তেলের পর্দা উৎপন্ন করতে পারলে সহজে নষ্ট হয় না এবং ভালোভাবে লুব্রিক্যাটিং কাজ সম্পন্ন করতে পারে।

ইঞ্জিনের ঘূর্ণনগতি বা মোটরযানের দ্রুতি, N বৃদ্ধির সাথে সাথে ঘর্ষণের সহগ (coefficient of friction) বৃদ্ধি পায়।

১৭.৪ অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট (The most common solid lubricants)

অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে গ্রাফাইটকেই বোঝায়। এর সাথে ধার্যকৃত তেল ও খনিজ তেল মিশিয়ে কঠিন লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুত করা হয়। তবে গ্রাফাইটের সাথে শুধু তেল মিশিয়ে যে লুব্রিক্যান্ট তৈরি করা হয় সেটি বিভিন্ন ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের বহির্দেশীয় লুব্রিক্যান্ট-এর বৈশিষ্ট্য অর্জন করে। অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুতে যেখানে খনিজ তেল ব্যবহৃত হয় সেখানে এ তেলের মাত্রা খুবই কম হারেই প্রয়োগ করা হয়।

গ্রাফাইট গ্রিজ কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর অন্তর্ভুক্ত। এই লুব্রিক্যান্টের এস.এ.ই-১৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০ মানের হয়। এটি মোটরযানের স্টিয়ারিং ও সাসপেনশন পদ্ধতির বিয়ারিং-এর লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। গ্রাফাইট দেখতে কালো রং এর এবং কার্বনের আকৃতিতে থাকে। এটিকে তেল, গ্রিজ অথবা পাতিত পানির সাথে মিশিয়ে কঠিন লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুত করা হয়। যেখানে যন্ত্রাংশের মাঝে তেলের পর্দা তৈরির প্রয়োজন হয় না, সেখানে এটি উচ্চ চাপে সুষ্ঠুভাবে কাজ করতে সক্ষম হয়। সাবানের পাথরও এক ধরনের কঠিন লুব্রিক্যান্ট। কারণ

এটি স্পর্শ করলে নরম ও পিচ্ছিল মনে হয়। এটি ধাতব পদার্থের উপর গর্ত সৃষ্টি হলে সেখানে গিয়ে জমা থাকে এবং এটির উপর দিয়ে ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিলভাবে চলতে সাহায্য করে।

১৭.৫ কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর ব্যবহার ক্ষেত্র

কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর ব্যবহার—

(১) ক্ষয় ও ঘর্ষণ রোধ করা (To minimise wear and friction) : লুব্রিক্যান্ট ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে উপস্থিত থেকে যন্ত্রাংশের পিচ্ছিলভাব বজায় রাখে এবং যন্ত্রাংশের ক্ষয় ও ঘর্ষণ রোধ হয়।

(২) ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ থেকে তাপ দূর করে (To remove heat from engine parts) : ইঞ্জিনের স্প্রিং, শ্যাকল, বিয়ারিং প্রভৃতি একটি যন্ত্রাংশ অপরটির সাথে লুব্রিক্যান্ট দ্বারা সংযুক্ত। এই লুব্রিক্যান্টের উপস্থিতির কারণে ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে ঘর্ষণজনিত তাপ উৎপন্ন হতে পারে না। এতে ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ থেকে তাপ দূর হয়।

(৩) ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে উৎপন্ন ধাক্কা প্রশমিত হয় (To absorb shocks occured between moving parts) : ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে তেলের পর্দা থাকলে দুটি যন্ত্রাংশ একে অপরের সাথে সংযুক্ত হতে পারে না ফলে যন্ত্রাংশের মাঝে কোনো ধাক্কা হয় না। উদাহরণস্বরূপ দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণে দহন ঘটলে হঠাৎ পিস্টন ও কানেকটিং রডের মাধ্যমে ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের উপর অধিক ধাক্কা আরোপিত হয়। এই ধাক্কা কানেকটিং রড ও কানেকটিং রড বিয়ারিং এর উপর স্থানান্তরিত হয়। যেহেতু পিস্টন পিন, বিয়ারিং এবং জার্নালের মাঝে তেলের পর্দা থাকে, ফলে উৎপন্ন ধাক্কা স্তিমিত হয়। এভাবে লুব্রিক্যান্ট ইঞ্জিনের অযাচিত শব্দ ও ক্ষয় কমায়।

(৪) রোধক ক্রিয়া উৎপন্ন হওয়া : যেহেতু লুব্রিক্যান্ট ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে তেলের পর্দা তৈরি করে তাই যন্ত্রাংশের মাঝে কোনো সূক্ষ্ম ফাঁক থাকতে পারে না। ফলে ইঞ্জিনের ভিতর থেকে কোনো গ্যাস বের হতে পারে না এবং বাইরে থেকে কোনো গ্যাস ঢুকতে পারে না।

(৫) উচ্চ চাপ ও তাপে লুব্রিক্যাটিং ক্রিয়া বজায় রাখে : যেখানে অধিক চাপ ও তাপে লুব্রিক্যান্ট তেলের পর্দা তৈরি করতে পারে না, সেখানে কঠিন লুব্রিক্যান্ট ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিলতা বজায় রেখে যন্ত্রকে সুষ্ঠুভাবে চলতে সহায়তা করে।

ব্যবহারিক কাজ

(১) বিভিন্ন প্রকার লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণ

(Identify the various types of lubricants)

উদ্দেশ্য

(১) বিভিন্ন প্রকার কঠিন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিত করা,

(২) বিভিন্ন প্রকার আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিত করা,

(৩) বিভিন্ন প্রকার তরল লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিত করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : বিভিন্ন প্রকার লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যের প্রয়োজন হয়, যেমন—

(১) একটি স্বচ্ছ বোতলে তরল লুব্রিক্যান্ট,

(২) একটি স্বচ্ছ পাত্রে আধা তরল লুব্রিক্যান্ট,

(৩) একটি প্লাস্টিক কাগজে কঠিন লুব্রিক্যান্ট,

(৪) একটি পরীক্ষণ কাঠি অথবা স্ক্রু ড্রাইভার প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : বিভিন্ন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণে নিম্নবর্ণিত নিরীক্ষণ প্রক্রিয়া ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) তরল লুব্রিক্যান্ট নিরীক্ষণ : ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কেসে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্ট বলতে তরল লুব্রিক্যান্টকে বোঝায়। এটি বিশেষ মানবিশিষ্ট এক প্রকার পাতলা লুব্রিক্যান্ট, যার মান এস.এ.ই ৩০ হতে এস.এ.ই ৪০। আমাদের দেশে শীতকালে অপেক্ষাকৃত ভারি তরল লুব্রিক্যান্ট বা এস.এ.ই ৪০ মানের তেল ব্যবহৃত হয়। এই তেলের রং হালকা বাদামি এবং দুই আঙ্গুলে নিরীক্ষণ করলে হালকা চটচটে আঠালো ভাব লক্ষ্য করা যায়। এস.এ.ই ৩০ অপেক্ষা এস.এ.ই ৪০ তেল অধিক চটচটে মনে হয় কারণ এস.এ.ই-এর মান বৃদ্ধি পেতে থাকলে তেলের সান্দ্রতা ও ঘনত্ব বাড়তে থাকে।

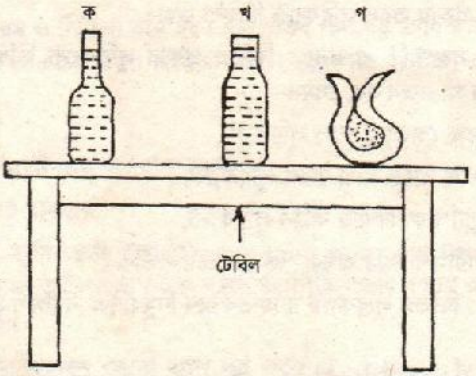
(২) আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট নিরীক্ষণ : আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে এস.এ.ই-৭০ থেকে এস.এ.ই-৯০ মানের তেলকেই বোঝায়। মোটরযানের গিয়ার বক্স, স্টিয়ারিং গিয়ার, পিছনের এক্সেল গিয়ার প্রভৃতি যন্ত্রাংশে এই আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। এ তেলের সান্দ্রতা ও ঘনত্ব তরল লুব্রিক্যান্ট অপেক্ষা অধিক। আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট দেখতে মধ্যম ঘন বাদামি রংবিশিষ্ট। দুই নখের ডগায় নিয়ে পরীক্ষা করলে এটি অধিক চটচটে বলে প্রতীয়মান হয়।

এই তেল অপেক্ষাকৃত ভারি বলে একক ওজনবিশিষ্ট লুব্রিক্যান্ট-এর পরিমাণ তুলনামূলকভাবে কম। ১৭.৩ চিত্রে দুটি বোতলে রক্ষিত দুই ধরনের লুব্রিক্যান্ট দেখলে এটি বোঝা যায়।

(৩) কঠিন লুব্রিক্যান্ট নিরীক্ষণ : কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে ভারি ও সাধারণ প্রকৃতির গ্রাফাইট গ্রিজ, মধ্যম সান্দ্রতাবিশিষ্ট জিঙ্ক অক্সাইড গ্রিজ প্রভৃতিকে বোঝায়। এ ধরনের লুব্রিক্যান্ট-এর মান এস.এ.ই-২৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০। কঠিন লুব্রিক্যান্ট দেখতে গাঢ় বাদামি রংবিশিষ্ট। দুই নখের ডগায় পরীক্ষা করলে অধিক চটচটে, আঠালো প্রতীয়মান হয়। ১৭.৩ চিত্রে তরল, আধা তরল কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর পরিমাণ ও ওজন তুলনা করলে দেখা যায় যে, কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর ওজন, তরল এবং আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর চেয়ে বেশি।

সাবধানতা : বিভিন্ন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণ কাজে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যেমন—

(১) লুব্রিক্যান্ট নির্ধারণের প্রকৃত তত্ত্ব ব্যবহার করতে হয়।



চিত্র ১৭.৩ : টেবিলে রক্ষিত তরল, আধা কঠিন ও কঠিন লুব্রিক্যান্ট-এর প্রকৃতি নিরীক্ষণ প্রক্রিয়া (ক-তরল, খ-আধা কঠিন ও গ-কঠিন)।

(২) এস.এ.ই নম্বর কমলে তেল পাতলা এবং এস.এ.ই নম্বর বৃদ্ধি পেলে তেলের সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়।

(৩) ব্যবহার ক্ষেত্র এবং তেলের মান চিহ্নিত না করে কোনো যন্ত্রাংশে লুব্রিক্যান্ট ব্যবহার করলে ইঞ্জিনে খারাপ প্রতিক্রিয়া ঘটার সম্ভাবনা থাকে।

মন্তব্য : ইঞ্জনের লুব্রিক্যান্ট যাচাই করা একটা সূক্ষ্ম কাজ, সাবধানে কাজটি সম্পাদন করতে পারলে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

(২) ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যান্ট তেলের সান্দ্রতা নির্ণয়করণ

উদ্দেশ্য :

(১) লুব্রিক্যান্ট-এর সান্দ্রতা সম্পর্কে ধারণা অর্জন,
(২) লুব্রিক্যান্ট-এর সান্দ্রতা সূচক সম্পর্কে ধারণা লাভ,
(৩) ভিসকোসিমিটারের গঠন ও কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা লাভ, প্রভৃতি।

তত্ত্ব (Theory) :

(ক) সান্দ্রতা (viscosity) : তরল পদার্থ (লুব্রিক্যাটিং তেল, ফুয়েল প্রভৃতি) প্রবাহের প্রতিবন্ধকতার পরিমাপকেই সান্দ্রতা বলে। তেলের অভ্যন্তরীণ ঘর্ষণের পরিমাপই সান্দ্রতা হিসেবে বিবেচিত হয়। এটি তেলের একটি প্রধান ধর্ম হিসেবে চিহ্নিত। লুব্রিক্যান্টের মান নির্ধারণ করতে সান্দ্রতা নির্ণয় করা অপরিহার্য। ভারি তেলের সান্দ্রতা বেশি এবং হালকা তেলের সান্দ্রতা কম। উষ্ণতা বৃদ্ধি পেলে সান্দ্রতা কমে এবং উষ্ণতা কমলে এটির মান বৃদ্ধি পায়। এ কারণে শীতকালে মোটরযানে অপেক্ষাকৃত হালকা তেল ব্যবহৃত হয়।

(খ) সান্দ্রতা সূচক (viscosity index) : বিভিন্ন লুব্রিক্যান্ট বিভিন্ন উষ্ণতায় পাতলা হয়ে কম সান্দ্রতার তেলে পরিণত হয়। এ ধরনের শর্ত বুঝানোর জন্য 'সান্দ্রতা সূচক' ব্যবহৃত হয়। লুব্রিক্যাটিং তেলের উষ্ণতা বৃদ্ধির সাথে সাথে পাতলা এবং উষ্ণতা কমার ফলে

ভারি হওয়ার হারকে নির্দেশ করার জন্য তেলকে একটি নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। ১০০° ফারেনহাইট এবং ২১০° ফারেনহাইট উষ্ণতার ধাপে সান্দ্রতার পরিবর্তনকে 'সান্দ্রতা সূচক' নির্ণয়ের ভিত্তি হিসেবে ধরা হয়। পরিবর্তনের হার যত কম হবে সান্দ্রতা সূচক তত বেশি হবে। পেনসিলভেনিয়া তেলের মোটামুটি সান্দ্রতা সূচক ধরা হয় ১০০। অন্যান্য তেলের এই মান এটি অপেক্ষা কম হয়।

লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা সূচক বৃদ্ধি করতে হলে তেলের সান্দ্রতা পরিবর্তনের হার কমাতে 'উন্নয়নকারী উপাদান' (improver additives) সংযুক্ত করতে হয়। প্যারাটোন, একরিলয়েড, স্যানটোডেক্স ইত্যাদি উন্নয়নকারী উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(গ) সান্দ্রতার হার (viscosity rating) : একক ওজনের উপর সান্দ্রতার পরিমাণকে সান্দ্রতার হার বলে। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে লুব্রিক্যান্ট-এর সান্দ্রতার পরিবর্তন হয় এটিই স্বাভাবিক কিন্তু এই অবস্থা এই তেলের ক্ষেত্রে কাম্য নয়। সে কারণে সান্দ্রতার হার বৃদ্ধির জন্য লুব্রিক্যান্ট-এর সাথে মান উন্নয়নকারী উপাদান যোগ করে তেলকে বিভিন্ন মানের করা হয়। যেমন, -১৮° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় এস.এ.ই-১০W মানের তেল এবং ৯৯° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় এস.এ.ই-৩০ মানের তেলের সান্দ্রতা সমতুল্য। এ তেল শীত, গ্রীষ্ম সব সময়েই ব্যবহৃত হয়। বর্তমানে বিভিন্ন মানসম্পন্ন তেলের ব্যবহার সবচেয়ে অধিক।

শীতকালের জন্য ব্যবহৃত তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করা হয় ০° ফারেনহাইট (-১৮° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় এবং গ্রীষ্মকালের জন্য তেলের সান্দ্রতা ২১০° ফারেনহাইট (৯৯° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় পরিমাপ করা হয়।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(১) অপেক্ষাকৃত বড় ছিদ্রপথবিশিষ্ট সেবোল্ট ফিউরাল ভিসকোসিমিটার,

(২) বাথ থার্মোমিটার,

(৩) বৈদ্যুতিক নিমজ্জিত হিটার,

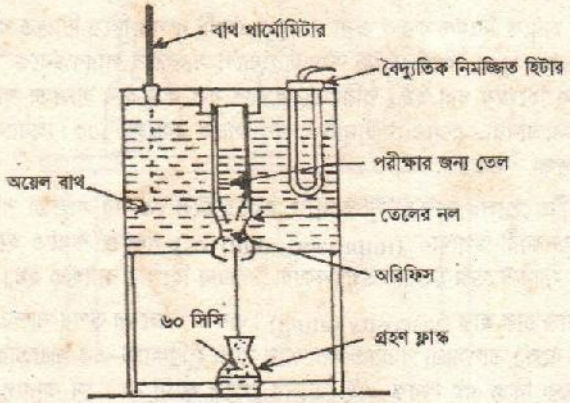
(৪) পরীক্ষার জন্য লুব্রিক্যাটিং তেল,

(৫) গ্রহণ ফ্লাস্ক,

(৬) তেল পূর্ণ আধার প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : ব্যবহারিক ক্ষেত্রে তেলের সান্দ্রতা বলতে মাধ্যাকর্ষণ শক্তির ক্রিয়াতে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ছিদ্রপথে নির্দিষ্ট পরিমাণ তরল অতিক্রম করার সময়কে বোঝায়। সান্দ্রতা পরিমাপ করার জন্য টিউব ও ছিদ্রপথ নির্ধারিত মান অনুযায়ী তৈরি করা থাকে যাকে ভিসকোসিমিটার বলে। এর একক হলো এস.ইউ.এস (saybolt universal seconds)। ভিসকোসিমিটারের ক্যাপিলারি টিউবের দৈর্ঘ্য হলো ১২.৫ থেকে ১২.১৩৫ মিলিমিটার এবং ব্যাস ১.৭৫ থেকে ১.৭৮ মিলিমিটার।

১৭.৪ চিত্রানুযায়ী এ ভিসকোসিমিটার দ্বারা পরিমাপকৃত ১০০° ফারেনহাইট তাপমাত্রায় ১০০ এস.ইউ.এস সান্দ্রতা বলতে এমন লুব্রিক্যাটিং তেলকে বোঝায় যার ৬০ মিলিলিটার তেল উক্ত মিটারের ছিদ্রপথ দিয়ে সম্পূর্ণরূপে অতিক্রম করতে ১০০ সেকেন্ড সময় লাগে।



১৭.৪ : সেবোল্ট ফিউরল ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা নির্ণয় প্রদর্শন।

যেহেতু তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে অতি দ্রুত তেলের সান্দ্রতার পরিবর্তন হয় সে কারণে তাপমাত্রার উল্লেখ ব্যতিরেকে সান্দ্রতার সংখ্যাসূচক মানের কোনো তাৎপর্য নেই। সেবোল্ট ভিসকোসিমিটার দ্বারা পরীক্ষার সময় যেসব আদর্শ তাপমাত্রায় এস.ইউ.এস পরিমাপ গ্রহণ হয় তা হলো— ৭০° ফারেনহাইট, ১০০° ফারেনহাইট, ১৩০° ফারেনহাইট এবং ২১০° ফারেনহাইট। যেসব তেলের অতিক্রান্ত হবার সময় ৩২ সেকেন্ড থেকে ১০০ সেকেন্ড পর্যন্ত হয় সেসব তেলের সান্দ্রতা ভিসকোসিমিটার দিয়ে পরিমাপ করা হয়।

সেবোল্ট ফিউরল ভিসকোসিমিটার দ্বারা রোড অয়েল বা ফিউরল এর সান্দ্রতা মাপতে মিটারের ক্যাপিলারি টিউবের ছিদ্রপথে ৬০ মিলিলিটার তেল অতিক্রম করে একটি গ্রহণ ফ্লাস্কে জমা হয়। এ পরীক্ষায় তেল অতিক্রান্ত হবার সময় ২৫ সেকেন্ড এর কম হওয়া উচিত নয়। এ পরীক্ষার আদর্শ তাপমাত্রা হলো ৭৭° ফারেনহাইট, ১২২° ফারেনহাইট এবং ২১০° ফারেনহাইট।

এক্ষেত্রে এস.ইউ.এস এর তাৎপর্য এই যে সেবোল্ট ভিসকোসিমিটারে ১২.১৫ থেকে ১২.৩৫ মিলিমিটার দৈর্ঘ্যের এবং ১.৭৫ থেকে ১.৭৮ মিলিমিটার ব্যাসের ক্যাপিলারি টিউব বা অরিফিচের মধ্য দিয়ে ৯৯° সেলসিয়াস কিংবা ~১৮° সেলসিয়াস তাপমাত্রায় (এস.এ.ই অনুমোদিত) মাধ্যাকর্ষণ বলে ৬০ মিলিলিটার তেল অতিক্রম করতে যে সময় লাগে সেটি হলো ব্যবহারিক সান্দ্রতার একক।

সাবধানতা : ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যেমন—

(১) লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে সান্দ্রতা, সান্দ্রতা সূচক, সান্দ্রতার হার, ভিসকোসিমিটার প্রভৃতি সম্পর্কে সম্যক ধারণা থাকতে হয়।

(২) নির্দিষ্ট মানসম্পন্ন লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করতে নির্দিষ্ট পরিমাপের ছিদ্রপথবিশিষ্ট সেবোল্ট ফিউরল ভিসকোসিমিটার নির্বাচন করতে হয়।

(৩) এ পরীক্ষার সময় কত সময় ধরে নির্দিষ্ট পরিমাণ তেল পড়ছে তা সঠিকভাবে দেখতে হয়। অন্যথায় পরীক্ষায় ত্রুটি থাকার সম্ভাবনা থাকে।

(৪) ভিসকোসিমিটারে শীতকালের জন্য এক তাপমাত্রা এবং গ্রীষ্মকালের জন্য ভিন্ন তাপমাত্রা আরোপ করতে হয়।

(৫) তাপমাত্রা, সময়, লুব্রিক্যান্ট-এর পরিমাণ, জমাকৃত তেলের পরিমাণ প্রভৃতি লিপিবদ্ধ করতে হয় এবং সঠিক সময়ে শুরু ও শেষ করতে হয়। অন্যথায় পরীক্ষার ফলাফল ভুল হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

মন্তব্য : সেবোল্ট ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যান্ট-এর সান্দ্রতা পরীক্ষা একটি সূক্ষ্ম কাজ, সঠিকভাবে ও নিয়ন্ত্রিত উপায়ে সম্পাদন করতে পারলে এ সম্পর্কে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। লুব্রিক্যান্ট বলতে কি বুঝ?

উত্তর : কোনো পিচ্ছিল দ্রব্য যা যন্ত্রের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিলতা বজায় রাখে এবং যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিলভাবে চলতে সহায়তা করে তাকে লুব্রিক্যান্ট বলে। উদাহরণস্বরূপ— লুব্রিক্যাটিং তেল, গিয়ার অয়েল, গ্রিজ প্রভৃতি।

২। লুব্রিক্যান্ট-এর তিনটি কাজ লিখ।

উত্তর : লুব্রিক্যান্ট-এর তিনটি কাজ :

(১) এটি ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে পিচ্ছিলতা বজায় রাখে,

(২) যন্ত্রাংশের মাঝে ঘর্ষণ রোধ করে,

(৩) ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে ঘর্ষণজনিত তাপ কমায়।

৩। স্বাভাবিক পার্থক্যভেদে লুব্রিক্যান্ট কত প্রকার?

উত্তর : স্বাভাবিক পার্থক্যভেদে লুব্রিক্যান্ট তিন প্রকার, যথা—

(ক) তরল লুব্রিক্যান্ট,

(খ) আধা তরল লুব্রিক্যান্ট এবং

(গ) কঠিন লুব্রিক্যান্ট।

৪। উৎস হিসেবে লুব্রিক্যান্ট-এর ভাগ দেখাও।

উত্তর : উৎস হিসেবে লুব্রিক্যান্ট তিন প্রকার, যথা—

(ক) খনিজ তেল,

(খ) উদ্ভিজ্জ তেল এবং

(গ) প্রাণীজ তেল।

৫। শীতকালীন লুব্রিক্যাটিং তেল বলতে কোনগুলোকে বোঝায়?

উত্তর : শীতকালীন লুব্রিক্যাটিং তেল বলতে বোঝায়—

(ক) S.A.E–5W, (খ) S.A.E–10W এবং (গ) S.A.E–20W (এখানে W বলতে শীতকাল বোঝায়)।

৬। শীতবিহীন তেল বলতে কোনগুলোকে বোঝায়?

উত্তর : এ তেলকে নিম্নবর্ণিত চারটি মান দ্বারা বোঝানো হয়, যেমন—

(ক) S.A.E–20, (খ) S.A.E–30, (গ) S.A.E–40 এবং (ঘ) S.A.E–50।

৭। পেট্রোল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্ট–এর সিরিজগুলোর নাম লিখ।

উত্তর : পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য এস.সিরিজ তেল ব্যবহৃত হয় একে SA থেকে SF পর্যন্ত ছয়ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) S.A, (খ) S.B, (গ) S.C, (ঘ) S.D, (ঙ) S.E এবং (চ) S.F।

৮। ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্ট–এর সিরিজগুলোর নাম লিখ।

উত্তর : ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টে নিম্নবর্ণিত তিনটি সিরিজ ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(ক) D.G সার্ভিস,

(খ) D.M সার্ভিস এবং

(গ) D.S সার্ভিস।

৯। কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে কি বুঝ?

উত্তর : সাধারণত পাউডার জাতীয় লুব্রিক্যান্টকে কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলে। গ্রাফাইট, মলিবডেনাম ও মাইকা এই লুব্রিক্যান্ট–এর উদাহরণ।

১০। অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট কি?

উত্তর : অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে গ্রাফাইটকেই বোঝায়। এর সাথে ধার্যকৃত তেল ও খনিজ তেল মিশিয়ে কঠিন লুব্রিক্যান্ট প্রস্তুত করা হয়।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। লুব্রিক্যান্ট কি?

উত্তর : ১৭.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। লুব্রিক্যান্ট কত প্রকার ও কি কি?

উত্তর : ১৭.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। টীকা লিখ (যে কোনো দুটি) :

(ক) তরল লুব্রিক্যান্ট,

(খ) আধা তরল লুব্রিক্যান্ট,

(গ) ক্যালসিয়াম বেস গ্রিজ।

উত্তর : ১৭.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। কঠিন লুব্রিক্যান্ট বলতে কি বুঝ?

উত্তর : ১৭.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।।

৫। অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট কি? এটির ব্যবহার ক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৭.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। কঠিন লুব্রিক্যান্ট–এর ব্যবহার ক্ষেত্র বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৭.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। বিভিন্ন প্রকার কঠিন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

৮। বিভিন্ন প্রকার আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

৯। বিভিন্ন প্রকার তরল লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১০। টীকা লিখ :

(ক) সান্দ্রতা,

(খ) সান্দ্রতা সূচক,

(গ) সান্দ্রতার হার।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। লুব্রিক্যান্ট কি? এর কাজ বর্ণনা কর।

২। লুব্রিক্যান্ট কত প্রকার ও কি কি? বিস্তারিতভাবে লিখ।

৩। কঠিন ও অতি প্রচলিত কঠিন লুব্রিক্যান্ট সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৪। কঠিন লুব্রিক্যান্ট–এর ব্যবহার উল্লেখ কর।

৫। বিভিন্ন প্রকার লুব্রিক্যান্ট চিহ্নিতকরণের উপর ব্যবহারিক কাজের ক্ষেত্রে একটি প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

৬। ভিসকোসিমিটার দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা নির্ণয় কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

৭। টীকা লিখ :

(ক) লুব্রিক্যান্ট–এর কাজ,

(খ) কঠিন লুব্রিক্যান্ট,

(গ) কঠিন লুব্রিক্যান্ট–এর ব্যবহার,

(ঘ) লুব্রিক্যান্ট–এর সান্দ্রতা,

(ঙ) ভিসকোসিমিটার।

অষ্টাদশ অধ্যায়

গ্রিজ পরিচিতি

১৮.১ গ্রিজ (Grease)

গ্রিজ এক প্রকার কঠিন লুব্রিক্যান্ট। লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ঘনত্ব সৃষ্টিকারী কয়েকটি উপাদান মিলিয়ে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়। মূলত লুব্রিক্যাটিং তেলই লুব্রিক্যান্টের কাজ করে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান উক্ত তেলকে আঁটসাঁটভাবে নির্দিষ্ট স্থানে ধারণ করে যাতে এটি সহজে গড়িয়ে না পড়ে। এ ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান হলো—সাবান, সিলিকা জেল, বেনটোন ইত্যাদি।

গ্রিজ প্রস্তুত করতে ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হিসেবে ধাতব সাবান বেশি ব্যবহৃত হয়, যেমন—ক্যালসিয়াম, সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, বেরিয়াম প্রভৃতি।

সাইকেল, রিক্সা থেকে শুরু করে ছোট বড় বিভিন্ন যন্ত্র, ইঞ্জিন ইত্যাদির ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিল করতে গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। স্টিয়ারিং ও সাসপেনশন পদ্ধতির বিয়ারিং-এ এস.এ.ই-২৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০ মানের গ্রাফাইট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। সামনের ও পিছনের হাব বিয়ারিং-এ ভারি ও সাধারণ প্রকৃতির গ্রাফাইট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। স্প্রিং শ্যাকল বিয়ারিং-এ মধ্যম সান্দ্রতাবিশিষ্ট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। ব্রেক পদ্ধতির বিভিন্ন যন্ত্রাংশ পিচ্ছিলভাবে চালনা করতে জিংক অক্সাইড গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

১৮.২ গ্রিজ এর শ্রেণীবিভাগ (Classification of grease)

গ্রিজ এর ব্যবহারিক দিক এবং এর গাঢ় উপাদানের উপর ভিত্তি করে একে নিম্নবর্ণিত সাতভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ় উপাদান হলো অ্যালুমিনিয়াম যৌগ। গ্রিজকে কোনো বস্তুর সাথে আটকিয়ে রাখতে এ যৌগ প্রয়োজন। এ কারণে এ গ্রিজ মোটরযানের চেসিস, স্প্রিং ও অন্যান্য যন্ত্রাংশে কার্যকরভাবে ব্যবহৃত হয়।

(২) সোডা গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ় উপাদানটি হলো সোডিয়াম সাবান। এ গ্রিজ কিছুটা আঁশবিশিষ্ট হয়। ফলে এটি ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে বল, রোলার ইত্যাদিকে মজবুতভাবে আটকে রাখে। এ কারণে এ গ্রিজকে সাধারণত চাকার বিয়ারিং ও ইউনিভার্সাল সংযোগে লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

(৩) ক্যালসিয়াম গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ় উপাদান হলো ক্যালসিয়াম যৌগ। যেসব যন্ত্রাংশে গ্রিজ কাপের ব্যবস্থা থাকে সেসব ক্ষেত্রে পিচ্ছিল করার জন্য এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(৪) **বেরিয়াম গ্রিজ** : এ ধরনের গ্রিজকে গাঢ় করার উপাদান হিসেবে বেরিয়াম ব্যবহৃত হয়। এ গ্রিজ মসৃণ অথবা আঁশযুক্ত হয়। একে বহুবিধ উপযোগী করে প্রস্তুত করা হয়। এজন্য একে 'বহুবিধ উদ্দেশ্যের' গ্রিজ বলে। এ গ্রিজ পানিরোধক এবং প্রায় ১৫০° সেলসিয়াস পর্যন্ত তাপমাত্রা সহ্য করতে পারে।

(৫) **লিথিয়াম গ্রিজ** : এ গ্রিজের গাঢ় করার উপাদান হলো লিথিয়াম সাবান। বহুবিধ কাজের উপযোগী করে এ গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়, এজন্য একে 'বহুবিধ উদ্দেশ্যের' গ্রিজ বলে। লিথিয়াম সাবান পানি প্রতিরোধক ক্ষমতা ধারণ করে বলে এ গ্রিজও পানি প্রতিরোধক। এ গ্রিজের গলনাঙ্ক তুলনামূলকভাবে কম তাই একে অপেক্ষাকৃত কম তাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

(৬) **গ্রাফাইট গ্রিজ** : গ্রাফাইট গ্রিজের গাঢ় করার উপাদান হলো গুঁড়া গ্রাফাইট। গ্রাফাইট সাবান জাতীয় পদার্থ না হলেও গ্রাফাইট পিচ্ছিল প্রকৃতির। মোটরযানের স্টিয়ারিং ও সাসপেনশন পদ্ধতির বিয়ারিং-এ এই গ্রাফাইট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। সম্মুখ ও পিছনের হাব বিয়ারিং-এ এই ধরনের গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(৭) **জিঙ্ক অক্সাইড গ্রিজ** : জিঙ্ক অক্সাইড সাবান এই গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান। এ উপাদান দেখতে চকচক করে বিধায় এ গ্রিজও দেখতে অধিক উজ্জ্বল। মোটরযানের ব্রেক পদ্ধতির বিভিন্ন যন্ত্রাংশে লুব্রিক্যান্ট হিসেবে এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

১৮.৩ গ্রিজ-এর ধর্ম (The properties of grease)

বাজারে বিভিন্ন প্রকৃতির গ্রিজ পাওয়া যায়। তবে এই লুব্রিক্যান্টের নিম্নবর্ণিত ধর্ম থাকা বাঞ্ছনীয়, যেমন—

(১) **সান্দ্রতা** (viscosity) : কোনো তরল, আধা তরল অথবা কঠিন লুব্রিক্যান্টের ক্ষেত্রে সান্দ্রতা হলো প্রথম ধর্ম। গ্রিজ যন্ত্রাংশের সাথে শক্তভাবে এঁটে থাকলেও এটি নির্দিষ্ট তাপে নরম হয় এবং প্রবাহ উপযোগী হয়। সান্দ্রতার কারণে গ্রিজ বিয়ারিং এর মধ্যে তেলের পর্দা উৎপন্ন করে এবং বিয়ারিং-এর বল, রোলার ইত্যাদিকে একটি নির্দিষ্ট স্থানে পিচ্ছিল অবস্থায় ধরে রাখে। এ গুণের জন্য গ্রিজ তাপমাত্রার সাথে সান্দ্রতার সমন্বয় সাধন করে।

(২) **তৈলাক্ততা** : সাধারণ বল বিয়ারিং, রোলার বিয়ারিং, মোটরযানের স্টিয়ারিং ও সাসপেনশন পদ্ধতি প্রভৃতির যন্ত্রাংশ একে অপরের সাথে আঁটসাঁট ও পিচ্ছিলভাবে চলে। এ সময় গ্রিজ ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মাঝে তৈলাক্ততা বজায় রাখে। ফলে গ্রিজের ক্ষেত্রে তৈলাক্ততা একটি বিশেষ গুণ বলে বিবেচিত হয়। গ্রিজ আঁশযুক্ত তৈলাক্ততা ধারণ করে ফলে এটি অধিক ঘর্ষণ ও তাপমাত্রায় তরল হয়ে পড়ে যায় না এবং যন্ত্রের সাথে লেগে থাকে।

(৩) **অক্সিডেশন** : গ্রিজের ক্ষেত্রে অক্সিডেশন একটি অন্যতম গুণ। এ গুণের জন্য ইঞ্জিনের যন্ত্র অমুজান ধাতুর হয় না। তাই অক্সিডেশন বা অমুজান রোধক উপাদান সংযোগ করে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়।

(৪) **কার্বন জমা** (carbon formation) : পেট্রোলিয়ামের অধিকাংশ উপাদান হলো হাইড্রোকার্বন। খনিজ তেল থেকে যেহেতু গ্রিজ তৈরি হয় তাই গ্রিজের সাথে এমন কিছু

উপাদান মিশানো হয় যাতে যন্ত্রাংশ ঘর্ষণে তাপ উৎপাদনের সময় গ্রিজের মধ্যে কোনো কার্বন না জমে।

(৫) **ক্ষয়** (corrosion) : গ্রিজ ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে পিচ্ছিল পর্দা উৎপন্ন করে ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের একটির সাথে অপরটির সংস্পর্শ হতে দেয় না। ফলে যন্ত্রাংশের ক্ষয় রোধ হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে ইঞ্জিনের বিভিন্ন যন্ত্রাংশে ক্ষয় কমানোর জন্য লুব্রিক্যান্ট-এ এমন গুণ থাকা উচিত যাতে যন্ত্রাংশের ক্ষয় রোধ হয়।

(৬) **মরিচা জমা** (rust formation) : যন্ত্রের চলা শুরু থেকে যন্ত্রাংশের মাঝে ঘর্ষণে ক্ষয় হয় এবং চিপ্‌স জমা হয়ে মরিচার সৃষ্টি হয়। লুব্রিক্যান্টের এমন বিশেষ ধর্ম থাকতে হয় যার জন্য যন্ত্রাংশের কার্যকর ফাঁকের মধ্যে মরিচা জমা হতে না পারে। এতে ইঞ্জিন ও যন্ত্রের কার্যক্ষমতা (working time) বৃদ্ধি পায়।

(৭) **ফেনা হওয়ার প্রবণতা** (foaming tendency) : গ্রিজের মধ্যে ক্ষারকীয় পদার্থ উপস্থিত থাকলে সেখানে ফেনা সৃষ্টি হওয়ার প্রবণতা থাকে। এতে লুব্রিক্যান্টের মধ্যে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বুদবুদের সৃষ্টি হয় এবং যন্ত্রাংশের মধ্যে বুদবুদ ফেটে যাওয়ায় যন্ত্রে গর্তের সৃষ্টি হয়। সুতরাং গ্রিজে এমন উপাদান থাকা উচিত যাতে এর মধ্যে কোনো ফেনা উৎপন্ন না হতে পারে।

১৮.৪ গ্রিজ গঠনকারী উপাদান (The constituents of grease)

আমরা জানি যে খাদ্য উপাদান আলু থেকে গ্রিজ উৎপন্ন হয়। তবে আলু থেকে তৈরি গ্রিজ নিম্নমানের যা কম গুরুত্বের কাজে ব্যবহৃত হয়। কার্যকর গ্রিজ তৈরির মূল উপাদান হলো লুব্রিক্যাটিং তেল। এই লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে কিছু ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান মিশিয়ে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়। মূলত তেলই লুব্রিক্যাটিংয়ের কাজ করে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান তেলের সান্দ্রতা বাড়িয়ে দেয় এবং তেলকে নির্দিষ্ট স্থানে ধারণ করে যাতে এটি গড়িয়ে না পড়ে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হচ্ছে—সাবান, সিলিকাজেল ও বেনটোন। গ্রিজ প্রস্তুত করতে ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হিসেবে ধাতব সাবান বেশি ব্যবহৃত হয়। যেসব ধাতু থেকে এরূপ সাবান তৈরি হয় তা নিম্নরূপ—

(ক) অ্যালুমিনিয়াম : এ ধাতু দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ উৎপন্ন হয়।

(খ) সোডিয়াম : এ ধাতু দ্বারা সোডিয়াম গ্রিজ উৎপন্ন হয়।

(গ) ক্যালসিয়াম : এ ধাতু দ্বারা ক্যালসিয়াম গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়।

(ঘ) বেরিয়াম যৌগ : এ ধাতু দ্বারা বেরিয়াম গ্রিজ উৎপন্ন হয়।

(ঙ) লিথিয়াম : এ ধাতু দ্বারা লিথিয়াম গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়।

(চ) গ্রাফাইট : এ ধাতু দ্বারা গ্রাফাইট গ্রিজ উৎপন্ন করা হয়।

(ছ) জিংক অক্সাইড : এ ধাতু দ্বারা জিঙ্ক অক্সাইড গ্রিজ উৎপন্ন হয়।

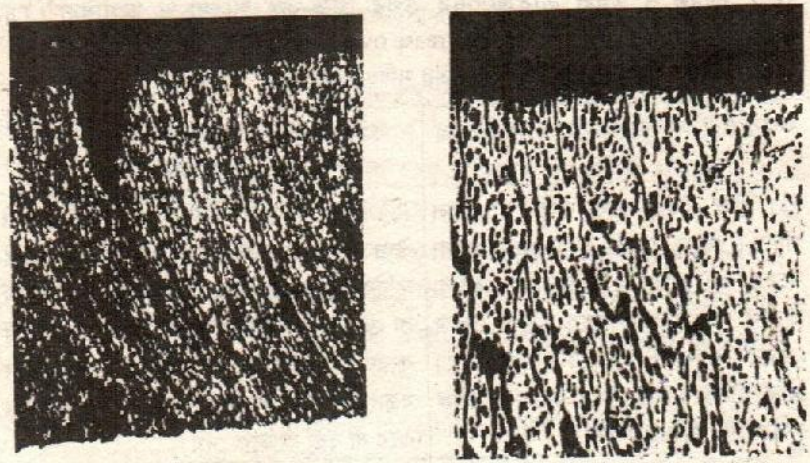
১৮.৫ কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজ-এর সুবিধা ও অসুবিধা (The advantages and disadvantages of grease over solid and liquid lubricants)

কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজ এর সুবিধা ও অসুবিধা নিম্নরূপ—

কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজের সুবিধা	কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজের অসুবিধা
(১) গ্রিজ একটি আধা কঠিন বা তরল পদার্থ। যেসব ক্ষেত্রে মোটরযান অথবা যন্ত্রের কম দ্রুতিতে অধিক চাপ অথবা অনেক বেশি উষ্ণতা থাকে সেসব ক্ষেত্রে এটিকে লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু অধিক চাপের ক্ষেত্রে কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয় না।	(১) যেসব ক্ষেত্রে মোটরযান স্বাভাবিক চাপ ও উষ্ণতায় চলে সেসব ক্ষেত্রে কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে আধা কঠিন বা তরল লুব্রিক্যান্ট বা গ্রিজ ব্যবহৃত হয় না। কারণ স্বাভাবিক চাপ ও উষ্ণতায় গ্রিজ চলমান যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিলভাবে চলতে সহযোগিতা করে না বরং আটকে দেয়।
(২) কঠিন লুব্রিক্যান্ট হলো গ্রাফাইট, মাইকা ও মলিবডিনাম এবং তরল লুব্রিক্যান্ট হলো খনিজ তেল। এগুলোর সমন্বয়ে গ্রিজ উৎপন্ন হয়। তাই গ্রিজ উৎপন্ন করা বেশ সহজ।	(২) কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্ট স্বতন্ত্রভাবে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু এ দুটি লুব্রিক্যান্ট ছাড়া গ্রিজের অস্তিত্ব কল্পনা করা যায় না। ইঞ্জিনের চলমান স্বাভাবিক যন্ত্রাংশে গ্রিজ ব্যবহৃত হয় না।
(৩) বল বিয়ারিং, রোলার বিয়ারিং, ইউনিভার্সাল সংযোগ, U-জয়েন্ট, বল সংযোগ ইত্যাদিতে গ্রিজ ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয় না।	(৩) পিস্টন ও সিলিন্ডার দেয়াল, মোটরযানের স্টিয়ারিং ও সাসপেনশন পদ্ধতির যন্ত্রাংশ, ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফট বিয়ারিং, রকার আর্ম ইত্যাদি যন্ত্রাংশে কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্ট ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে গ্রিজ ব্যবহৃত হয় না।

১৮.৬ গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য (The additives of grease)

গ্রিজ পেট্রোলিয়াম জাত একটি উপাদান। লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে কিছু ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান মিশিয়ে গ্রিজ তৈরি করা হয়। ইঞ্জিন ও যন্ত্রকে সুষ্ঠুভাবে চালনার জন্য উন্নতমানের লুব্রিক্যান্ট প্রয়োজন হয়। উন্নত ইঞ্জিন ও মেশিনে যেসব লুব্রিক্যান্ট প্রয়োজন, পেট্রোলিয়ামজাত লুব্রিক্যান্ট থেকে সেই মান পাওয়া যায় না। এ নিম্নমান সম্পন্ন লুব্রিক্যান্ট ইঞ্জিন ও যন্ত্রের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। ১৮.১ চিত্রে তামা-সীসা বিয়ারিং এর ক্ষয়ের উপর অক্সিডেশনের ফলাফল প্রদর্শন করা হয়েছে। সেজন্য আধুনিক ভারি ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টকে উচ্চ তাপমাত্রায় শোধন করা হয় এবং এর সাথে এমন কিছু রাসায়নিক পদার্থ মিশানো হয় যাতে লুব্রিক্যান্ট উদ্দীষ্ট ধর্ম অর্জন করতে সক্ষম হয়। এসব রাসায়নিক উপাদানকে গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য বলে।



চিত্র ১৮.১ : তামা-সীসা বিয়ারিং এর ক্ষয়ের উপর অক্সিডেশনের ফলাফল।

ইঞ্জিন ও যন্ত্র অল্প তাপমাত্রায় বা ২০০° ফারেনহাইটের নিচে চলার সময় লুব্রিক্যান্টে অক্সিডেশনের মাত্রা কম থাকে এবং অধিক তাপে চলার সময় এ প্রবাহের মাত্রা বেড়ে যায়। উদাহরণস্বরূপ লুব্রিক্যান্টের তাপমাত্রা ২৩০° ফারেনহাইটে উন্নীত হলে প্রতি ১০° ফারেনহাইট তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে অক্সিডেশন মাত্রা দ্বিগুণ হয়। লুব্রিক্যান্টে অক্সিডেশন ঘটলে লুব্রিক্যান্টের মধ্যে তৈলাক্ত কাদা ও উজ্জ্বল ধাতুর আঠালো প্রলেপ উৎপন্ন হয়। অধিকন্তু এর মধ্যে এসিড উৎপন্ন হওয়ায় লুব্রিক্যান্ট ক্ষয়যুক্ত পদার্থে রূপান্তরিত হয়। এ অবস্থা নিরসনের জন্য লুব্রিক্যান্ট বা গ্রিজের মধ্যে নির্দিষ্ট রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়। লুব্রিক্যান্টে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহারের কারণ নিম্নরূপ :

(১) ময়লা ভাঙা উপাদান : লুব্রিক্যান্টের সাথে এ উপাদানকে ২% থেকে ১০% মিশানো হয়। ময়লা ভাঙা উপাদান হিসেবে ধাতব ফেনোলাইট, সালফোনেইট এবং উচ্চ আণবিক ওজনের সাবান ব্যবহৃত হয়।

(২) অক্সিডেন্ট ও ক্ষয়রোধক : লুব্রিক্যান্ট যেন অক্সিজেনের সাথে কোনো বিক্রিয়া না করে এবং ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের ক্ষয় রোধ করে, এজন্য লুব্রিক্যান্টের সাথে অক্সিডেন্ট ও ক্ষয়রোধক উপাদান যোগ করা হয়। এক্ষেত্রে লুব্রিক্যান্টের সাথে ০.৪% থেকে ২% জিঙ্ক ডাই-ফসফেট অথবা অ্যারোমেটিক অ্যামিন যোগ করা হয়।

(৩) অত্যধিক চাপ সহ্যকারী উপাদান : কোনো যন্ত্র অত্যধিক চাপে ও তাপমাত্রায় কাজ করলে কার্যরত লুব্রিক্যান্টের আস্তরণ সহজেই নষ্ট হতে পারে। এ অবস্থা প্রতিরোধের জন্য লুব্রিক্যান্টের সাথে ৫% থেকে ১০% জৈব ফসফেট অথবা বোরন নাইট্রোজেন যৌগ মিশানো হয়।

(৪) পোর পয়েন্ট অবনমিতকারক : যে নিম্ন তাপমাত্রায় লুব্রিক্যান্টের প্রবাহ বন্ধ হয় তাকে পোর পয়েন্ট বলে। প্যারাফিন যৌগবিশিষ্ট লুব্রিক্যান্টের ক্ষেত্রে নিম্ন তাপমাত্রায় লুব্রিক্যান্টের প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়। এ সংকট নিরসনের জন্য লুব্রিক্যান্টের সাথে ০.১% থেকে ১% ন্যাপথালিন অথবা ফেনল পোর পয়েন্ট অবনমিতকারক যোগ করা হয়।

(৫) সান্দ্রতাসূচক উন্নয়নকারক : লুব্রিক্যান্টের সান্দ্রতা কমে গেলে এর কার্যক্ষমতা কমে যায়। এ অবস্থা নিরসনের জন্য লুব্রিক্যান্টের সাথে ২% থেকে ১০% পলিমেরাইজড অলিফিন সান্দ্রতা সূচক উন্নয়নকারক যোগ করা হয়।

(৬) মরিচা রোধক : ইঞ্জিন অথবা যন্ত্রের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টের সাথে ০.১% থেকে ১% ফ্যাটি এসিড এবং অ্যামিন মিশিয়ে এর মরিচারোধক ক্ষমতা উন্নত করা হয়।

(৭) ফেনা রোধক : লুব্রিক্যান্ট ব্যবহারের সময় ফেনা উৎপন্ন রোধকল্পে এর সাথে স্বল্পমাত্রায় সিলিকন পলিমার মিশানো হয়।

(৮) তৈলাক্ত উপাদান : লুব্রিক্যান্ট যাতে সহজেই তেলের পর্দা উৎপন্ন করতে পারে, তার জন্য লুব্রিক্যান্টের সাথে ০.১% থেকে ১% জিঙ্ক ডাই থার্মোফসফেট, জৈব ফসফেট তৈলাক্ত উপাদান যোগ করতে হয়।

১৮.৭ গ্রিজ স্পেসিফিকেশন

বিভিন্ন গ্রিজ এর স্পেসিফিকেশন নিম্নরূপ :

(ক) অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ : এর গাঢ়করণ উপাদানটি হলো অ্যালুমিনিয়াম। মোটরযানের চেসিস, স্প্রিং ও অন্যান্য উন্মুক্ত যন্ত্রাংশে এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। এ গ্রিজের মান এস.এ.ই-২৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০ পর্যন্ত।

(খ) সোডা গ্রিজ : এর গাঢ়করণ উপাদানের নাম সোডা, যাকে সোডিয়াম বেস গ্রিজ বলে। সোডা সাবান এর সমন্বয়ে এ গ্রিজ তৈরি করা হয়। এটি আঁশযুক্ত গ্রিজ, যা উচ্চ গলনাংক (৩০০° ফারেনহাইট থেকে ৪০০° ফারেনহাইট) ধারণ করে। বল ও রোলার বিয়ারিং-এ এই গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(গ) ক্যালসিয়াম গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো ক্যালসিয়াম। সেজন্য একে ক্যালসিয়াম গ্রিজ বলে। এ গ্রিজের গলনাঙ্ক কম (২০০° ফারেনহাইট)। যেখানে যন্ত্রের কার্যকর তাপমাত্রা অপেক্ষাকৃত কম, সেখানে এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। পানির পাম্পের বিয়ারিং-এ এই গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) বেরিয়াম গ্রিজ : এ গ্রিজ মসৃণ অথবা আঁশযুক্ত, উভয় হতে পারে। একে বিভিন্ন কাজে ব্যবহার করা যায়। এটি পানিরোধক যার গলনাঙ্ক ১৫০° সেলসিয়াস। বেরিয়াম সাবান এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান।

(ঙ) লিথিয়াম গ্রিজ : লিথিয়াম সাবান এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান। এটি বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহারের গ্রিজ হিসেবে পরিচিত যার পানিরোধক ক্ষমতা ভালো। এটি কম বা মধ্যম উষ্ণতাবিশিষ্ট স্থানে ব্যবহৃত হয়।

(চ) গ্রাফাইট গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো গ্রাফাইট। এটি উন্নতমানের গ্রিজ হিসেবে পরিচিত, যার চিহ্নিতকরণ মান এস.এ.ই-২৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০। মোটরযানের স্টিয়ারিং, সাসপেনশন পদ্ধতির বিয়ারিং ইত্যাদি ক্ষেত্রে এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। সামনের ও পিছনের হাব বিয়ারিং-এ এই গ্রাফাইট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

(ছ) জিংক অক্সাইড গ্রিজ : এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো জিংক অক্সাইড। মোটরযানের ব্রেক পদ্ধতির যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করতে জিংক অক্সাইড গ্রিজ নির্দিষ্টভাবে ব্যবহৃত হয়।

১৮.৮ গ্রিজ প্রস্তুতকরণ প্রক্রিয়া (Manufacturing process of grease)

মূলত লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে কিছু ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান মিশিয়ে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়। সুতরাং তেলই গ্রিজের মূল উপাদান এবং এটিই প্রকৃতপক্ষে লুব্রিক্যান্টের কাজ করে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান এ তেলকে নির্দিষ্ট স্থানে ধারণ করে যাতে এটি গড়িয়ে না পড়ে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হলো বিভিন্ন সাবান, সিলিকা জেল।

গ্রিজ প্রস্তুত করতে ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হিসেবে ধাতব সাবান বেশি ব্যবহৃত হয়। যেসব ধাতু হতে এরূপ সাবান প্রস্তুত হয় তা নিম্নরূপ :

(ক) অ্যালুমিনিয়াম, (খ) সোডিয়াম, (গ) ক্যালসিয়াম, (ঘ) বেরিয়াম, (ঙ) লিথিয়াম, (চ) গ্রাফাইট, (ছ) জিংক অক্সাইড ইত্যাদি। এ গাঢ়করণ উপাদানের নাম অনুযায়ী গ্রিজের নামকরণ করা হয়, যেমন—অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ, সোডিয়াম গ্রিজ, ক্যালসিয়াম গ্রিজ, বেরিয়াম গ্রিজ, লিথিয়াম গ্রিজ, গ্রাফাইট গ্রিজ, জিংক অক্সাইড গ্রিজ ইত্যাদি।

(১) ক্যালসিয়াম বেস গ্রিজ প্রস্তুত করতে কিছু ধাতব সাবানকে ধার্যকৃত লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে মিশানো হয় যাতে নির্দিষ্ট পরিমাণ পানি প্রয়োগ করা হয়। এতে খনিজ তেলের পরিমাণ সর্বাধিক যা তেল, সাবান ও পানির সমসত্ত্ব মিশ্রণ তৈরি করে। এ গ্রিজ পানির সাথে মিশে না এবং এর গলনাঙ্ক ২০০° ফারেনহাইট।

(২) সোডিয়াম বেস গ্রিজ প্রস্তুত করতে সোডাকে মূল উপাদান হিসেবে গণ্য করা হয়। এ গ্রিজ প্রস্তুত করতে কোনো পানির প্রয়োজন হয় না। এ গ্রিজ উচ্চ গলনাঙ্ক ধারণ করে যার মাত্রা ৩০০° ফারেনহাইট থেকে ৪০০° ফারেনহাইট। এ গ্রিজ পানিতে দ্রবীভূত হয়। বল ও রোলার বিয়ারিং-এ এ ধরনের গ্রিজ ব্যবহৃত হয়। আবার যেখানে আর্দ্রতা থাকে সেখানে আর্দ্রতার সাথে গ্রিজের উন্নত তেলের পর্দা প্রস্তুতের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহারিক কাজ

(১) কনরাডসন এর যন্ত্র দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের কার্বন জমা নির্ণয়করণ

উদ্দেশ্য :

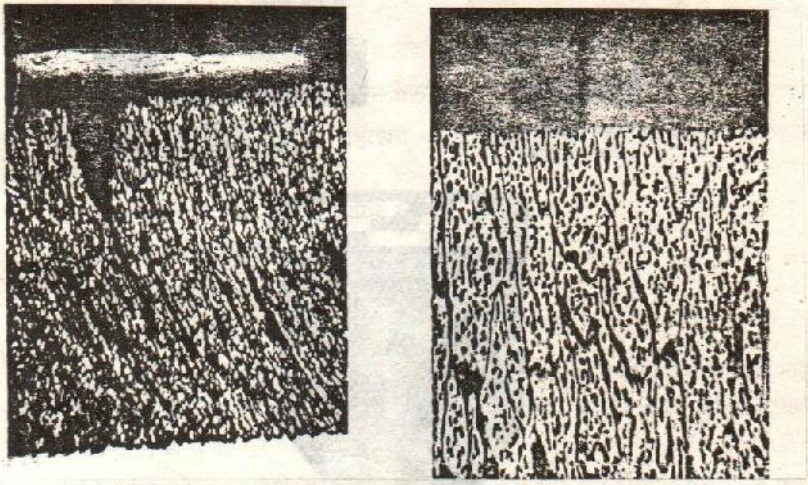
(১) লুব্রিক্যাটিং তেলে কার্বন জমা সম্পর্কে অবগত হওয়া,

(২) কনরাডসন এর যন্ত্র এবং এর কাজ সম্পর্কে অবগত হওয়া,

(৩) কনরাডসন যন্ত্র দ্বারা লুব্রিক্যাটিং পদার্থে কার্বন জমার পরিমাণ নির্ণয় সম্পর্কে অবগত হওয়া।

তত্ত্ব (Theory) : লুব্রিক্যাটিং তেলের তাপমাত্রা কম হলে এতে কার্বন জমার পরিমাণ কম এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সে হারে তেলে কার্বন জমার হারও বাড়তে থাকে। যেমন— ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেলের তাপমাত্রা ২৩০° ফারেনহাইটে উন্নীত হওয়ার পর ১০° ফারেনহাইট বৃদ্ধি পেলে তেলে কার্বন জমার পরিমাণ পূর্বের দ্বিগুণ হয়। লুব্রিক্যাটিং তেলে কার্বন জমা বা অক্সিডেশন ঘটা আশাব্যঞ্জক নয়।

এ অবস্থা রোধ করার জন্য লুব্রিক্যাটিং তেলে নির্দিষ্ট রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়। ১৮.২ চিত্রে লুব্রিক্যাটিং তেলে অক্সিডেশন ঘটে তেলকে নষ্ট করা এবং রঞ্জক দ্রব্য মিশিয়ে তেলকে



চিত্র ১৮.২ : লুব্রিক্যাটিং তেলে অক্সিডেশন ঘটে তেলকে নষ্ট করা এবং রঞ্জকদ্রব্য মিশিয়ে তেলকে উন্নত করার দৃশ্য।

উন্নত করার দৃশ্য দেখানো হয়েছে। অপরদিকে ১৮.৩ চিত্রে ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেলে রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহারে যন্ত্রাংশ চকচকে হয় এবং রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহার না করলে যন্ত্রাংশ ময়লা ও যন্ত্রাংশে ক্ষয় হওয়ার দৃশ্য দেখানো হয়েছে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : লুব্রিক্যাটিং তেলের কার্বন জমা নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

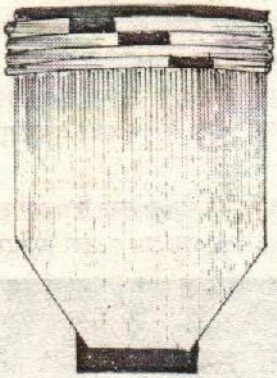
(১) কনরাডসনের যন্ত্র,

(২) অক্সিডেশন প্রতিরোধে নির্দিষ্ট রাসায়নিক পদার্থ,

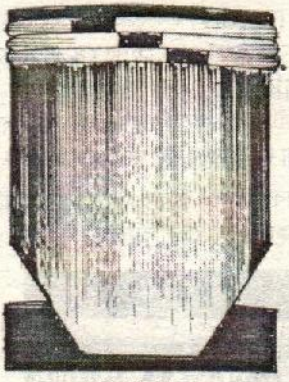
(৩) নির্দিষ্ট মানের লুব্রিক্যাটিং তেল প্রভৃতি।

কার্যপদ্ধতি : প্রথমে কনরাডসনের যন্ত্রের মধ্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ লুব্রিক্যাটিং তেল নেয়া হয় এবং কিছুক্ষণ পর পর তেলের সান্দ্রতা পরীক্ষা করা হয়। অক্সিডেশনে লুব্রিক্যাটিং তেলে

বিভিন্ন এসিড যৌগ তৈরি হয়। এতে লুব্রিক্যাটিং তেলে ল্যাকার, স্লাজ ইত্যাদি দূষিত তলানি জমা হওয়ার প্রবণতা বৃদ্ধি পায়। এসব তলানি লুব্রিক্যাটিং-এর কাজকে ব্যাহত করে।



পরিমিত রঞ্জকদ্রব্যসহ তেলের প্রতিক্রিয়া



মাঝারি পরিমাণ রঞ্জকদ্রব্য বিশিষ্ট তেলের প্রতিক্রিয়া

রঞ্জকদ্রব্যবিহীন তেলের প্রতিক্রিয়া

চিত্র ১৮.৩ : ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেলে রঞ্জকদ্রব্য ব্যবহারে যন্ত্রাংশ চকচকে ও ব্যবহার না করে যন্ত্রাংশ ময়লা হওয়ার দৃশ্য।

এ কারণে এই তেলকে রাসায়নিকভাবে স্থায়ী হওয়ার জন্য এর মধ্যে নির্দিষ্ট পরিমাণ অক্সিডেশন প্রতিরোধমূলক রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়।

সাবধানতা : লুব্রিক্যান্টে কার্বন জমা নির্ণয় ও প্রতিকার করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করতে হয়, যেমন—

(১) লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতার উপর এর ধর্ম নির্ভর করে এবং কার্বন জমা কম-বেশি হয়। তাই বিভিন্ন মানের তেলের ক্ষেত্রেই এই পরীক্ষা করে দেখা হয়।

(২) কার্বন জমার প্রতিরোধকল্পে নির্দিষ্ট মান ও পরিমাণের রাসায়নিক দ্রব্য এটির সাথে মিশিয়ে তেলকে ব্যবহারোপযোগী করা হয়।

(৩) রাসায়নিক পরীক্ষার সময় ফলাফল খারাপ হলে সেই তেলের ব্যবহার যুক্তিযুক্ত নয়।

মন্তব্য : লুব্রিক্যাটিং তেলের অক্সিডেশন মাত্রা পরীক্ষণ প্রক্রিয়া বেশ গুরুত্বপূর্ণ। তাই ধৈর্য ও দক্ষতার সাথে এ কাজ সম্পাদন করলে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

(২) পেনিট্রোমিটার দ্বারা গ্রিজ-এর ঘনত্ব নিরীক্ষণ

উদ্দেশ্য

(১) গ্রিজ এর ঘনত্ব সম্পর্কে জানা,

(২) ঘনত্ব পরিমাপক যন্ত্রের গঠন ও কার্যাবলি সম্পর্কে ধারণা লাভ,

(৩) গ্রিজ এর ঘনত্ব সম্পর্কে জ্ঞানার্জন প্রভৃতি।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : গ্রিজের ঘনত্ব পরীক্ষা করার জন্য নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহারের প্রয়োজন হয়, যেমন—

(১) ঘনত্ব নির্ণয়ের জন্য পেনিট্রোমিটার যন্ত্র,

(২) বিভিন্ন মানবিশিষ্ট পরীক্ষাধীন গ্রিজ,

(৩) থার্মোমিটার,

(৪) উত্তাপক প্রভৃতি।

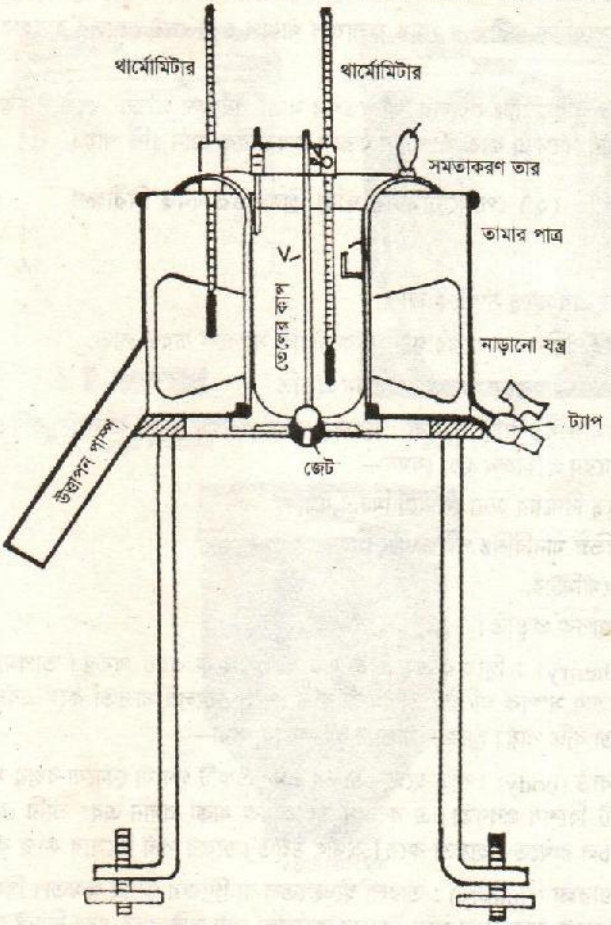
তত্ত্ব (theory) : গ্রিজের এস.এ.ই মান ২৫০ থেকে ৩০০ পর্যন্ত। তাপমাত্রার সাথে গ্রিজের সান্দ্রতার সম্পর্ক ঘনিষ্ঠ। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তেলের সান্দ্রতা কমে এবং তাপমাত্রা কমলে সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। গ্রিজের সান্দ্রতা দুই প্রকার, যথা—

(ক) বডি (body) : বডি হচ্ছে তেলের এমন একটি গুণ যা কোনো বস্তুর সাথে লেগে থাকার একটি বিশেষ প্রবণতা। এ কারণে তা অধিক ধাক্কা প্রদান এবং ভারি বোঝা বহনে যন্ত্রাংশকে সচল রাখতে সহায়তা করে। অর্থাৎ উন্নত তেলের পর্দা হিসেবে কাজ করে।

(খ) তারল্য (fluidity) : তারল্য হচ্ছে তেল বা গ্রিজের প্রবাহ ক্ষমতা। গ্রিজ ইঞ্জিনের বিয়ারিং-এর মধ্যে কাজ করে যন্ত্রে তেলের আঠালো পর্দা সৃষ্টি করে এবং নির্দিষ্ট চাপে থেকে যন্ত্রের ভার বহন করে পিচ্ছিলভাবে চলতে সাহায্য করে। গ্রিজের সান্দ্রতার কারণেই এ কাজ ঘটানো সম্ভব হয়। লুব্রিক্যাটিং তেল, গিয়ার অয়েল ও গ্রিজের মধ্যে গ্রিজের সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশি। যার এস.এ.ই নাম্বার কম তার সান্দ্রতা কম এবং যে লুব্রিক্যাটিং পদার্থের এস.এ.ই নাম্বার বেশি তার সান্দ্রতাও বেশি।

আবার তেলের সান্দ্রতা কম থাকলে সেটি অপেক্ষাকৃত কম তাপে প্রবাহিত হয় এবং সান্দ্রতা ক্রমান্বয়ে বেশি থাকলে সেটি বেশি তাপে প্রবাহিত হয়। যেমন—লুব্রিক্যান্টের এস.এ.ই-নাম্বার ৩০ থেকে ৪০ ; গিয়ার অয়েলের এস.এ.ই নাম্বার ৯০ থেকে ১২০ এবং গ্রিজের এস.এ.ই নাম্বার ২৫০ থেকে ৩০০ হয়।

কার্যপদ্ধতি : পেনিট্রোমিটার যন্ত্র ও রেড উড ভিসকোসিমিটার দেখতে অনেকটা একই রকম। ১৮.৪ চিত্রে এ যন্ত্রের সাহায্যে গ্রিজ এর সান্দ্রতা পরিমাপ প্রক্রিয়া দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৮.৪ : গ্রিজ-এর সান্দ্রতা বা ঘনত্ব পরিমাপ প্রক্রিয়া প্রদর্শন।

যে তেল বা গ্রিজ-এর সান্দ্রতা পরিমাপ করতে হবে, সেটির ৬০ মিলিলিটার পরিমাণ লুব্রিক্যান্ট পরীক্ষণ যন্ত্রের কাপে রাখা হয়। এর চারপাশের তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট সময়ের জন্য স্থির রাখা হয়। তাপমাত্রা সাধারণত ৭০° ফারেনহাইট, ১০০° ফারেনহাইট, ১৩০° ফারেনহাইট বা ২১২° ফারেনহাইট বা নির্দিষ্ট তাপমাত্রা বজায় রাখা হয়।

নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পর অরিফিচের মুখ খুলে দেয়া হয়। সেই অরিফিচ দিয়ে সম্পূর্ণ তেল নির্গত হতে কত সেকেন্ড সময় লাগে তা লিপিবদ্ধ করা হয়। পরীক্ষা চলাকালীন তাপমাত্রায় প্রাপ্ত সান্দ্রতাকে সেবোল্ট ইউনিভার্সাল সেকেন্ড (S.U.S) হিসেবে প্রকাশ করা

হয়। সময় যত বেশি লাগে তেলের সান্দ্রতা তত বেশি হয় এবং সময় যত কম লাগে তেলের সান্দ্রতাও তত কম হয়। তেলের সান্দ্রতা বেশি বলে বড় অরিফিচ ব্যবহৃত হয় যা ফিউরল অরিফিচ নামে পরিচিত। সাধারণত গ্রিজ-এর ঘনত্ব নির্ণয়ের জন্যই এ ধরনের অরিফিচ ব্যবহৃত হয় এবং এটি থেকে প্রাপ্ত সান্দ্রতাকে সেবোল্ট ফিউরল সেকেন্ড (SFS) হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

সাবধানতা : গ্রিজ এর সান্দ্রতা পরীক্ষা করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) গ্রিজ এর প্রকারভেদ অনুযায়ী উত্তাপকের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত পর্যায়ে রাখা হয় অন্যথায় পরীক্ষার ফলাফল সঠিক হবে না।

(২) লুব্রিক্যাটিং তেলের এস.এ.ই নাম্বার, সান্দ্রতা পরস্পর সম্পর্কযুক্ত।

(৩) গ্রিজ এর ঘনত্ব পরীক্ষা করতে পরীক্ষণ যন্ত্রের সাথে ফিউরল অরিফিচ ব্যবহৃত হয় অন্যথায় অধিক তাপ প্রয়োগ করে পরীক্ষাধীন দ্রব্যকে প্রবাহী করতে হয়। এ অবস্থা সমীচীন নয়।

মন্তব্য : গ্রিজ এর ঘনত্ব পরীক্ষাটি এটি সূক্ষ্মতম পরীক্ষা, ধৈর্য সহকারে সম্পাদন করতে পারলে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

(৩) কোল্ডসেট প্রক্রিয়ায় প্রচলিত সাবান গ্রিজ প্রস্তুতকরণ

উদ্দেশ্য :

(১) গ্রিজ প্রস্তুতের উপকরণ সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(২) বিভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট গ্রিজ সম্পর্কে ধারণা লাভ,

(৩) গ্রিজ প্রস্তুতের প্রক্রিয়া সম্বন্ধে ধারণা লাভ।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : প্রচলিত সাবান গ্রিজ প্রস্তুতের জন্য নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(ক) প্লাস্টিকের পাত্র, (খ) নির্দিষ্ট পরিমাণ ও মানের লুব্রিক্যাটিং তেল,

(গ) ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ, যেমন—সাবান, সিলিকাজেল।

কার্যপদ্ধতি : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান মিশিয়ে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়। এ ধরনের গ্রিজ প্রস্তুত করার 'পদ্ধতিকে কোল্ড সেট পদ্ধতি' বলে। মূলত তেলই লুব্রিক্যান্টের কাজ করে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান উক্ত তেলকে নির্দিষ্ট স্থানে ধারণ করে যাতে এটি গড়িয়ে না পড়ে। ঘনত্ব সৃষ্টিকারী পদার্থ হচ্ছে—সাবান, সিলিকাজেল ও বেনটোন। এ প্রক্রিয়ায় সাবান গ্রিজ প্রস্তুত করতে সাবানই ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এক্ষেত্রে ধাতব সাবানকেই অধিক গুরুত্ব দেয়া হয়।

যেসব ধাতু থেকে ধাতব সাবান প্রস্তুত হয় তা হলো—

(ক) ক্যালসিয়াম : ক্যালসিয়াম যৌগ হলো এ গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান কেবল এটি থেকে উৎপন্ন গ্রিজকে ক্যালসিয়াম গ্রিজ বলে।

(খ) সোডিয়াম : সোডিয়াম সাবান হলো সোডিয়াম গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান।

(গ) অ্যালুমিনিয়াম : অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো অ্যালুমিনিয়াম। কোনো বস্তুর সাথে আটকে থাকার ক্ষমতা এ ধরনের গ্রিজের অধিক।

(ঘ) বেরিয়াম : বেরিয়াম গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো বেরিয়াম। এ গ্রিজ মসৃণ অথবা আঁশযুক্ত হতে পারে।

(ঙ) লিথিয়াম : লিথিয়াম গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো লিথিয়াম। এ গ্রিজ বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়।

(চ) গ্রাফাইট : আধা কঠিন ও কঠিন লুব্রিক্যান্টের গাঢ়করণ উপাদান বলতে গ্রাফাইটকেই বোঝায়। এ গ্রিজকে গ্রাফাইট গ্রিজ বলে। এটি অধিক উত্তপ্ত হওয়ার স্থানে ব্যবহৃত হয়।

(ছ) জিংক অক্সাইড : জিংক অক্সাইড গ্রিজের গাঢ়করণ উপাদান হলো জিংক অক্সাইড। এ গ্রিজ ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশকে অধিক চকচকে রাখতে সাহায্য করে।

সাবধানতা : কোল্ড সেট প্রক্রিয়ায় প্রচলিত সাবান গ্রিজ প্রস্তুত করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) প্রচলিত সাবান গ্রিজ প্রস্তুত করতে নির্দিষ্ট গাঢ়করণ উপাদানকে লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে মিশানো হয়। এ মিশ্রিতকরণ দ্রব্যের পরিমাণ যথাযথ হওয়া প্রয়োজন। অন্যথায় গ্রিজ অধিক পাতলা অথবা গাঢ় হতে পারে।

(২) গ্রিজকে পলিথিনে সংরক্ষণ করতে হয়। একে খোলা বাতাসে রাখলে আবহাওয়ার বাতাসের সংস্পর্শে পানি সংযোজিত হয়ে এর ধর্ম নষ্ট হতে পারে, তাই এদিকে সতর্ক থাকতে হয়।

মন্তব্য : গ্রিজ প্রস্তুত ও সংরক্ষণকরণ একটি সাধারণ কাজ। সঠিক পদ্ধতিটি জানতে পারলে বাণিজ্যিকভাবে এটি প্রস্তুত ও বাজারজাত করা সম্ভব।

(৪) ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা গ্রিজ-এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয়করণ

উদ্দেশ্য :

(১) ড্রপ পয়েন্ট সম্পর্কে জানতে পারা,

(২) ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্রের গঠন ও কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(৩) এ যন্ত্র দ্বারা গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় সম্পর্কে জানা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্যের প্রয়োজন, যেমন—

(ক) ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র,

(খ) বাথ থার্মোমিটার,

(গ) বৈদ্যুতিক ইমারশন হিটার,

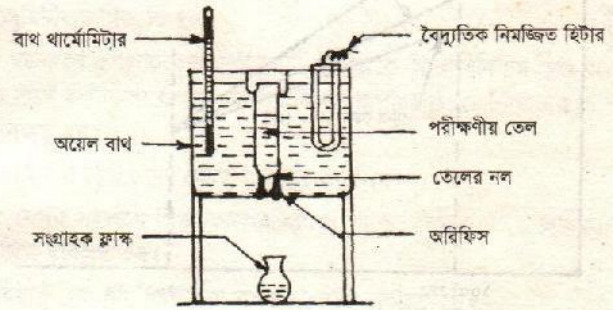
(ঘ) পরীক্ষাধীন গ্রিজ,

(ঙ) সময় নির্ধারণ ঘড়ি।

কার্যপদ্ধতি : এ.এস.টি.এম (American Society for Testing Materials) কর্তৃক আবিষ্কৃত সেবোল্ট সান্দ্রতা পরিমাপ যন্ত্রের মাধ্যমে লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা বা গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নিরূপণ করা হয়। এ যন্ত্রটি নির্দিষ্ট ব্যাসের অয়েল টিউব ও অরিফিচ টিপ নিয়ে গঠিত। অরিফিচ টিপ সাধারণত দুই প্রকার, যথা :

(ক) ইউনিভার্সেল টিপ এবং

(খ) ফিউরোল টিপ।



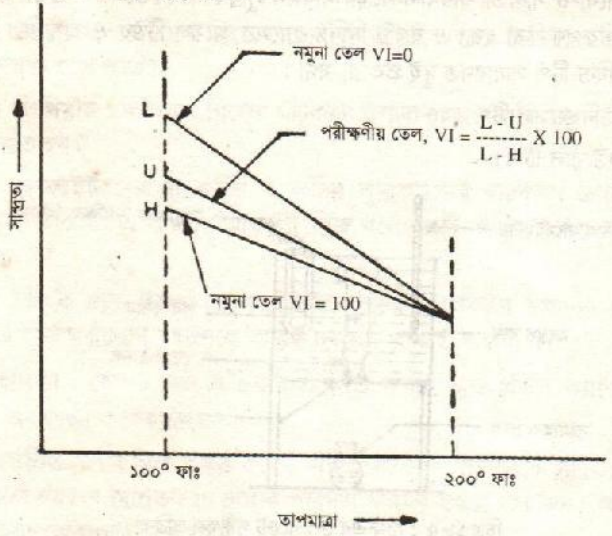
চিত্র ১৮.৫ : গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট পরীক্ষণ প্রক্রিয়া।

এই ইউনিভার্সেল টিপ দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেল এবং ফিউরোল টিপ দিয়ে গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় করা হয়। কারণ ইউনিভার্সেল টিপ এর ব্যাস ক্ষুদ্র এবং ফিউরোল টিপ এর ব্যাস তুলনামূলকভাবে বেশি।

পরীক্ষার সময় ধ্রুব তাপমাত্রার অয়েল বাথ দ্বারা গ্রিজের টিউবে এর তাপীয় মান কর্ক খুলে গ্রিজ অরিফিচের মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। পরীক্ষণ যন্ত্রের ফ্লাস্কটির ৬০ মিলিলিটার দাগ পর্যন্ত পূর্ণ হতে প্রয়োজনীয় সময় মাপা হয়। ফিউরোল টিপ ব্যবহারে প্রাপ্ত সান্দ্রতাকে সেকেণ্ড সেবোল্ট ফিউরোল সান্দ্রতা বলে। ফিউরোল টিপ ব্যবহারে নির্ধারিত পরিমাণ অয়েল প্রবাহিত হতে যে সময় লাগে তা ইউনিভার্সাল টিপের ব্যয়িত সময়ের $\frac{১}{১০}$ ভাগ।

লুব্রিক্যাটিং তেলের তাপমাত্রা কমলে সান্দ্রতা বাড়ে এবং তাপমাত্রা বাড়লে সান্দ্রতা কমে ও তা প্রবাহমান হয়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে যে কোনো তেল বা গ্রিজের যে সান্দ্রতার পরিবর্তন ঘটে তা সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য সান্দ্রতা সূচক ব্যবহৃত হয়। ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা গ্রিজের ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় করতে লুব্রিক্যাটিং তেলের তুলনায় যন্ত্রে অধিক তাপ প্রয়োগ করা হয়। ১৮.৬ চিত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে লুব্রিক্যাটিং পদার্থের সান্দ্রতা কমা ও তেলের ড্রপ পতিত হওয়ার তাপমাত্রা দেখানো হয়েছে। পরীক্ষাধীন গ্রিজ তরল হয়ে ড্রপ পড়তে কত সেকেন্ড সময় লাগে তা লিপিবদ্ধ করা হয়। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে কোনো তেলের সান্দ্রতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে তা সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য সান্দ্রতা সূচক ব্যবহার করা হয়।

সাবধানতা : ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় করতে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—



চিত্র ১৮.৬ : তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা কমা ও তেলের ড্রপ পতিত হওয়ার তাপমাত্রা।

(১) সেবোল্ট সান্দ্রতা পরিমাপন যন্ত্রে পরীক্ষণ গ্রিজকে কত ডিগ্রি তাপমাত্রায় তাপ প্রয়োগ করা হয় এবং কত ডিগ্রি তাপমাত্রায় গ্রিজ তরল হয়ে ফিউরোল টিপে ড্রপ পতিত হয় সেটি সঠিকভাবে লিপিবদ্ধ করা হয়। কারণ যত ডিগ্রি তাপমাত্রায় গ্রিজ তরল হয়ে ড্রপ পড়ে সেই তাপমাত্রাকেই 'ড্রপ পয়েন্ট' বলে।

(২) পরীক্ষার শুরুতে গ্রিজের তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়। এ সময় গ্রিজের সান্দ্রতা সূচক এর মাত্রা থাকে ০। উত্তাপক দ্বারা তাপমাত্রা বাড়াতে থাকলে সান্দ্রতা সূচকের মাত্রাও বেড়ে যায়।

(৩) পরীক্ষার সময় ঘড়ি ব্যবহার করা হয়। দুটি ড্রপ পতিত হওয়ার সময় হিসাব করা হয় এবং এ সময় সেকেন্ডে নেয়া হয়।

মন্তব্য : গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয় করা একটি সূক্ষ্মতম পরীক্ষা। ধৈর্যসহ সঠিকভাবে নিরূপণ করতে পারলে এ সম্পর্কে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। গ্রিজ বলতে কি বুঝ?

উত্তর : গ্রিজ এক প্রকার আধা কঠিন লুব্রিক্যান্ট। লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে কিছু ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান মিশিয়ে গ্রিজ প্রস্তুত করা হয়। এটি সাধারণত বিয়ারিং, স্প্রিং ইত্যাদির লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

২। গ্রিজের ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান কি কি?

উত্তর : গ্রিজের ঘনত্ব সৃষ্টিকারী উপাদান হচ্ছে–

(ক) সাবান, (খ) সিলিকা জেল, (গ) বেনটোন।

৩। কোন কোন ধাতু থেকে সাবান তৈরি হয়?

উত্তর : সাবান তৈরির ধাতু নিম্নরূপ :

(ক) ক্যালসিয়াম, (খ) সোডিয়াম, (গ) অ্যালুমিনিয়াম, (ঘ) বেরিয়াম।

৪। অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ কি?

উত্তর : গাঢ়করণ উপাদানের নাম অনুযায়ী এ গ্রিজকে অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ বলে। গ্রিজকে কোনো বস্তুর সাথে আটকিয়ে রাখতে অ্যালুমিনিয়াম অপরিহার্য। মোটরযানের চেসিস, স্প্রিং-এ এ গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

৫। ক্যালসিয়াম গ্রিজ কোন ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় লিখ।

উত্তর : যেসব যন্ত্রাংশে গ্রিজ কাপের ব্যবস্থা থাকে, সেসব ক্ষেত্রে লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ক্যালসিয়াম গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

৬। বেরিয়াম গ্রিজ কত তাপমাত্রা পর্যন্ত যন্ত্রাংশে ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : বেরিয়াম গ্রিজ পানিরোধক এবং প্রায় ১৫০° সেলসিয়াস পর্যন্ত তাপমাত্রার এলাকায় ব্যবহৃত হয়।

৭। সম্মুখ ও পিছনের হাব-বিয়ারিং-এ সাধারণত কোন ধরনের গ্রিজ ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : মোটরযানের সম্মুখ ও পিছনের হাব-বিয়ারিং-এ সাধারণত গ্রাফাইট গ্রিজ ব্যবহৃত হয়।

৮। গ্রিজের পাঁচটি গুণের নাম লিখ।

উত্তর : গ্রিজের ধর্ম : গ্রিজের পাঁচটি গুণের নাম হলো :

(ক) সান্দ্রতা, (খ) তৈলাক্ততা, (গ) অক্সিডেশন, (ঘ) কার্বন জমা, (ঙ) ক্ষয়।

৯। গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য বলতে কি বুঝ?

উত্তর : আধুনিক ভারি ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিক্যান্টকে উচ্চ তাপমাত্রায় শোধন করে এর সাথে যে কতকগুলো রাসায়নিক পদার্থ মিশানো হয় তাকে গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য বলে।

১০। লুব্রিক্যান্টে আঠালো প্রলেপ উৎপন্ন হওয়ার কারণ কি?

উত্তর : লুব্রিক্যান্টে অক্সিডেশন হলে এতে কাদা ও উজ্জ্বল ধাতুর আঠালো প্রলেপের সৃষ্টি হয়। এটি খুবই ক্ষতিকর।

১১। লুব্রিক্যান্টের ময়লা ভাঙার রঞ্জক দ্রব্য কি কি?

উত্তর : লুব্রিক্যান্টের সাথে ২% থেকে ১০% ধাতব ফেনোলাইট, সালফোনেইট, ন্যাপথ্যানেইট এবং উচ্চ আণবিক ওজনের সাবান প্রভৃতি ময়লা ভাঙার রঞ্জক দ্রব্য মিশানো হয়।

১২। গ্রিজ এর স্পেসিফিকেশন কি ?

উত্তর : নামভেদে গ্রিজের কাজের স্থান চিহ্নিত করা হয়, যেমন—অ্যালুমিনিয়াম গ্রিজ, সোডা গ্রিজ, ক্যালসিয়াম গ্রিজ ইত্যাদি যাদের মান এস.এ.ই ২৫০ থেকে এস.এ.ই-৩০০ পর্যন্ত নির্ধারিত।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। গ্রিজ কি এবং এটি কি কি উপাদান নিয়ে গঠিত হয় লিখ।

উত্তর : ১৮.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। গ্রিজ এর শ্রেণীবিভাগ দেখাও ও সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৮.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। গ্রিজের কি কি ধর্ম রয়েছে ? এগুলোর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।

উত্তর : ১৮.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। বিভিন্ন গ্রিজ কি কি উপাদান নিয়ে গঠিত হয় লিখ।

উত্তর : ১৮.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। কঠিন ও তরল লুব্রিক্যান্টের উপর গ্রিজের সুবিধা উল্লেখ কর।

উত্তর : ১৮.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য বলতে কি বুঝ লিখ।

উত্তর : ১৮.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। গ্রিজ এর স্পেসিফিকেশন বলতে কি বুঝ ? বিভিন্ন গ্রিজ কিভাবে চিহ্নিত করা হয় লিখ।

উত্তর : ১৮.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। গ্রিজ প্রস্তুতকরণ প্রক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ১৮.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। লুব্রিক্যাটিং তেলে অক্সিডেশন ঘটার প্রতিক্রিয়া লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১০। সাবান গ্রিজ প্রস্তুত প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

১১। গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট পরীক্ষণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। গ্রিজ কি এবং এর শ্রেণীবিভাগ বর্ণনা কর।

২। গ্রিজের ধর্ম ও এর গঠনকারী উপাদানের বর্ণনা দাও।

৩। গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য কি এবং এটি ব্যবহারের কুফল ও সুফল বর্ণনা কর।

৪। গ্রিজ এর স্পেসিফিকেশন ও গ্রিজ প্রস্তুতকরণ প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

৫। কনরাডসন এর যন্ত্র দ্বারা লুব্রিক্যাটিং পদার্থের কার্বন জমা নির্ণয় কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

৬। পেনিট্রোমিটার দ্বারা গ্রিজ এর ঘনত্ব নিরীক্ষণ কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

৭। কোল্ড সেট্ প্রক্রিয়ায় প্রচলিত সাবান গ্রিজ প্রস্তুতকরণ কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

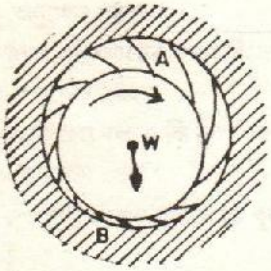
৮। ড্রপ পয়েন্ট যন্ত্র দ্বারা গ্রিজ এর ড্রপ পয়েন্ট নির্ণয়করণ কাজের উপর একটি ব্যবহারিক প্রতিবেদন প্রস্তুত কর।

ঊনবিংশ অধ্যায়

লুব্রিক্যাটিং তেল

১৯.১ ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের উদ্দেশ্য (The purpose of lubricating oil in the engine)

ইঞ্জিনের কিছু যন্ত্রাংশ উপর-নিচ বা রৈখিক গতিতে এবং কিছু যন্ত্রাংশ চক্রাকার ঘূর্ণন গতিতে ঘুরে কাজ করে। এ সময় ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে ঘর্ষণ সৃষ্টি হয় এবং এতে ইঞ্জিনের শক্তি ক্ষয় হয়। এ অবস্থা প্রতিরোধ করার জন্য ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে লুব্রিক্যাটিং তেল পিচ্ছিলতা বজায় রাখে।



W= ঘূর্ণায়মান শ্যাফট

A= তেলের পর্দা

B বিয়ারিং

চিত্র ১৯.১ : ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শ্যাফট, জার্নাল ও বিয়ারিং এর মধ্যে উৎপন্নকৃত তেলের পর্দা।

১৯.১ চিত্রে ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শ্যাফট, জার্নাল ও বিয়ারিং এর মধ্যে উৎপন্নকৃত তেলের পর্দা দেখানো হয়েছে। ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেলের উদ্দেশ্য নিম্নরূপ :

(১) ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে ক্ষয়রোধ করা অথবা কমানোর জন্য ঘূর্ণন যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিল করা,

(২) ঘূর্ণন যন্ত্রাংশের মধ্যে ঘর্ষণ রোধ করে অথবা কমিয়ে ইঞ্জিনের শক্তির ক্ষয় রোধ করা,

(৩) ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে সরাসরি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে অতিরিক্ত আওয়াজ উৎপন্ন বন্ধ করা,

(৪) পিস্টন রিং ও সিলিন্ডার দেয়ালের মধ্যে বায়ু অথবা যে কোনো তরল পদার্থের প্রবাহ রোধ করা,

(৫) ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশ থেকে ময়লা পরিষ্কারকরণ মাধ্যম হিসেবে কাজ করা,

(৬) বিয়ারিং এর মধ্যে ঘূর্ণায়মান শ্যাফট, জার্নাল ও তৎসংলগ্ন যন্ত্রাংশের বোঝা বহন করা,

(৭) ইঞ্জিনের কার্যকাল (working life) বৃদ্ধি করা।

১৯.২ লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ (The classification of lubricating oil)

ইঞ্জিনের বিভিন্ন চলমান যন্ত্রাংশকে সচল রাখতে লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। মোটরযানের অয়েল প্যান, ট্রান্সমিশন গিয়ার বক্স ইত্যাদিতে মানসম্পন্ন লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। এ তেলকে তিন ভাগে ভাগ করা হয় এবং ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে প্রধানত খনিজ তেলই স্বচ্ছন্দে ব্যবহৃত হয়। বাকি দুই ধরনের তেলকে পরোক্ষভাবে ইঞ্জিন ও অন্য যন্ত্রে লুব্রিক্যান্ট হিসেবে ব্যবহৃত হয়। লুব্রিক্যাটিং তেলকে নিম্নবর্ণিত ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

১। উৎস বিবেচনায় লুব্রিক্যাটিং তেল তিন প্রকার, যথা—

(১) খনিজ তেল : পেট্রোলিয়ামকে পাতন প্রক্রিয়ায় পরিশোধন করে এ তেল পাওয়া যায়। পরবর্তীতে এ তেলের সাথে নির্দিষ্ট কিছু উপাদান মিশিয়ে ইঞ্জিনের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করার জন্য বিভিন্ন মানের লুব্রিক্যাটিং তেল উৎপন্ন করা হয়। যেমন— এস.এ.ই–৩০ এবং এস.এ.ই–৪০ মানের তেলকে ক্র্যাঙ্কেকসে, এস.এ.ই ৭০ থেকে এস.এ.ই–১৪০ মানের তেল ট্রান্সমিশন গিয়ার বক্সে ব্যবহৃত হয়। এ তেল অধিক গুরুত্ব বহন করে, দামে সস্তা এবং অধিক প্রচলিত।

(২) উদ্ভিদজাত তেল : জলপাই, রেড়ি এবং তিসির তেলকে লুব্রিক্যাটিং তেলের আওতায় ধরা হয়। প্রকৌশল ও প্রযুক্তি ক্ষেত্রে বিভিন্ন যন্ত্রের সূক্ষ্ম যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিল করার জন্য এ তেল ব্যবহৃত হয়। এ তেল দেখতে তরল হলেও একটু আঠালো প্রকৃতির হয়। এটি অল্প তাপমাত্রা পরিবর্তনে পাতলা হয়।

(৩) প্রাণীজ তেল : শূকরের চর্বি এবং মাছ থেকে এই তেল পাওয়া যায়। ইঞ্জিনে এ তেল ব্যবহৃত না হলেও ওষুধের উপকরণ ও আনুষঙ্গিক কাজে ব্যবহৃত হয়। এ তেল অল্প তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পাতলা হয় এবং এর সান্দ্রতা বেশি। এর মূল্য অধিক এবং সহজপ্রাপ্য নয়।

২। সার্ভিস হার এর উপর ভিত্তি করে এস.এ.ই এবং এ.পি.আই সংস্থা লুব্রিক্যাটিং তেলকে নিম্নবর্ণিতভাগে ভাগ করেছে, যেমন—

(১) পেট্রোল ইঞ্জিনের তেল :

(ক) M.L (Motor light) : মধ্যম প্রকৃতির বোঝা ও দ্রুতির ক্ষেত্রে পেট্রোল ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়। তবে এটি অতি উচ্চ ও অতি নিম্ন তাপমাত্রার স্থানে ব্যবহারযোগ্য নয়।

(খ) M.M (Motor moderate) : অধিক বোঝা ও দ্রুতির ক্ষেত্রে যেখানে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ স্বাভাবিক, সেখানে পেট্রোল ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়। স্বাভাবিক তাপমাত্রায় এই তেল ব্যবহারযোগ্য।

(গ) M.S (Motor severe) : শহরে জনাকীর্ণ স্থানে চলতে যেখানে মোটরযানকে ঘন ঘন চালু ও বন্ধ করতে হয় আবার যেখানে অধিক বোঝা ও দ্রুতি থাকে সেসব ক্ষেত্রে পেট্রোল ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়। তবে এ তেল ব্যবহারে সামান্য ঘর্ষণজনিত ক্ষয়, মরিচা, ময়লা জমা ইত্যাদি বিষয় পরিলক্ষিত হয়। উচ্চ বোঝা ও দ্রুতিতে পরিচালিত ডিজেল ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবেও এটি ব্যবহৃত হয়।

(২) **ডিজেল ইঞ্জিনের তেল :**

(ক) D.G (Diesel general) **সার্ভিস :** স্বাভাবিক বা মধ্যম উষ্ণতায় কোনো ইঞ্জিনকে নির্দিষ্ট বোঝায় অবিরাম পরিচালনার ক্ষেত্রে এ লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়।

(খ) D.M (Diesel moderate) **সার্ভিস :** ডিজেল ইঞ্জিনে কোনো নির্ধারিত বোঝায় ও দ্রুতিতে অবিরাম পরিচালনায়, স্বাভাবিক ও অধিক উষ্ণতায় অধিক বোঝা ও দ্রুতিতে পরিচালনার ক্ষেত্রে, কম উষ্ণতায় অবিরাম শক্তি উৎপাদনের ক্ষেত্রে এবং সর্বোপরি অধিক সালফারবিশিষ্ট ফুয়েল-দিয়ে ইঞ্জিন পরিচালনার ক্ষেত্রে লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে এটি ব্যবহৃত হয়।

(গ) D.S **সার্ভিস :** অধিক বোঝা, দ্রুতি ও উষ্ণতায় চলা ডিজেল ইঞ্জিনের লুব্রিক্যাটিং তেল হিসেবে, কম উষ্ণতায় পরিবর্তনশীল বোঝা অথবা অধিক সালফার বিশিষ্ট ডিজেল ফুয়েল ব্যবহারের ক্ষেত্রে এ তেল ব্যবহৃত হয়।

৩। ব্যবহারিক ক্ষেত্রের উপর ভিত্তি করে লুব্রিক্যাটিং তেলকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(ক) **ক্র্যাঙ্কেস তেল :** ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কেস বা অয়েল প্যানে এ লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। লুব্রিক্যাটিং তেলে ময়লা জমা রোধ করার জন্য এতে অক্সিডেশন রোধক রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়। অধিকন্তু এ তেলে ময়লা ভাঙা রঞ্জক দ্রব্যও ব্যবহৃত হয়।

(খ) **গিয়ার অয়েল :** মোটরযানের ট্রান্সমিশন গিয়ার এবং অন্য যন্ত্রের গিয়ার বক্সে এ তেল ব্যবহৃত হয়। মোটরযানের বোঝা ও দ্রুতির উপর ভিত্তি করে এ তেলের সান্দ্রতা হার বেশি থাকে। উন্মুক্ত গিয়ারে ভারি খনিজ প্রকৃতির লুব্রিক্যাটিং তেল, অধিক বোঝা আরোপিত গিয়ারে লেড অয়েল এবং উচ্চ দ্রুতি ও কম বোঝার গিয়ারে হালকা লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়।

(গ) **বিভিন্ন যন্ত্রে ব্যবহারের তেল :** রেফ্রিজারেটর, শীতাতপ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বিভিন্ন যন্ত্রে এ তেল ব্যবহৃত হয়। এই লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর পয়েন্ট ও বাষ্পীয় চাপের মাত্রা কম।

সিনথেটিক তেল : এটি এক ধরনের বিকল্প লুব্রিক্যাটিং তেল যা কলকারখানা ও সামরিক সরঞ্জাম পরিচালনা এবং সংরক্ষণ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়। ডাইবেসিক এসিড ইস্টার, ফসফেট ইস্টার, সিলিকন পলিমার প্রভৃতি এই তেলের উদাহরণ। এই লুব্রিক্যাটিং তেলের বৈশিষ্ট্য হলো—এর পোর পয়েন্ট কম, অক্সিডেশন প্রতিরোধ ক্ষমতা ভালো ইত্যাদি।

১৯.৩ লুব্রিক্যাটিং তেলের বিভিন্ন ধর্ম (The various properties of lubricating oil)

ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা অক্ষুণ্ন রাখতে ও বৃদ্ধি করতে লুব্রিক্যাটিং তেলের যে ধর্ম থাকা প্রয়োজন তা নিম্নরূপ :

(১) **উপযুক্ত সান্দ্রতা** (Effective viscosity) : লুব্রিক্যাটিং তেলের এমন ধর্ম থাকতে হবে যাতে এর সঠিক সান্দ্রতা বজায় থাকে। এ গুণাগুণের জন্য ইঞ্জিনের যে কোনো কার্যকর উষ্ণতায় লুব্রিক্যান্ট তার সঠিক সান্দ্রতা বজায় রেখে চলতে পারে, প্রবাহ পথে বাধার সৃষ্টি হয় না।

(২) **অক্সিডেশন রোধকতা** (Oxidation resistant) : লুব্রিক্যাটিং তেলের এমন ধর্ম থাকতে হবে যার সংস্পর্শে আসা ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশে কোনো অক্সিডেশন উৎপন্ন হতে না পারে। তেলে রং, ময়লা থাকলে অক্সিডেশন ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এজন্য লুব্রিক্যাটিং তেল রং, ময়লা শূন্য হতে হবে।

(৩) **কার্বন জমা** (Carbon formation) **রোধকতা** : ইঞ্জিনের দহন প্রকোষ্ঠে বাতাস ও ফুয়েলের মিশ্রণ দহনের ফলে কার্বন, গাদ বিভিন্ন দূষিত পদার্থের সৃষ্টি হয়। এসব অপদ্রব্যের কিছু অংশ পিস্টন রিং ভেদ করে লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে মিশে গেলে তেল ময়লা বা কার্বনযুক্ত হয়। এ অবস্থা প্রতিরোধ করতে লুব্রিক্যাটিং তেলের ময়লা পরিষ্কারকরণ ক্ষমতা উন্নত হওয়া বাঞ্ছনীয় যাতে তেলে কার্বন জমতে না পারে।

(৪) **ক্ষয় রোধকতা** (Corrosion resistant) : লুব্রিক্যাটিং তেলে এসিড, সালফার উপস্থিত থাকলে ইঞ্জিনের ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশ ক্ষয় হয়। এ অবস্থা প্রতিরোধ করতে তেল এসিড ও সালফার জাতীয় ক্ষয়কারক উপাদান শূন্য হতে হবে।

(৫) **মরিচা জমা** (Rust formation) **রোধকতা** : চলমান যন্ত্রাংশের মধ্যে তৈলাক্ততা কমে গেলে ঘর্ষণের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে তেলের মধ্যে মরিচা জমে। এ অবস্থা প্রতিরোধ করতে তেলের মধ্যে মরিচা রোধক উপাদান মিশাতে হয়।

(৬) **তৈলাক্ততা** : লুব্রিক্যাটিং তেলের তৈলাক্ততা হচ্ছে বিশেষ গুণ। ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করার সময় এ গুণের জন্য তেল যন্ত্রাংশের গায়ে সর্বদা লেগে থাকে এবং যন্ত্রাংশকে পিচ্ছিলভাবে ঘুরতে সহায়তা করে।

(৭) **মিশ্রণ রোধকতা** : পানি ও অন্য অপদ্রব্যের সাথে মিশে লুব্রিক্যাটিং তেল দুধের মতো আকার ধারণ করে এবং এর পিচ্ছিলকরণ ধর্ম হ্রাস পায়। সুতরাং লুব্রিক্যাটিং তেলকে দীর্ঘকাল ব্যবহারোপযোগী রাখতে হলে এর উন্নতমাত্রার মিশ্রণ রোধকতা থাকা প্রয়োজন।

(৮) **ফেনা সৃষ্টি রোধকতা** (Foaming tendency resistant) : চাপ ও উষ্ণতার প্রভাবে লুব্রিক্যাটিং তেলের মধ্যে ফেনা হওয়ার প্রবণতা থাকে। ফলে এটি অতিরিক্ত জায়গা দখল করে ও সঠিক প্রবাহ ধারা বজায় রাখতে পারে না। এ কারণে এ তেলের এমন ধর্ম থাকা দরকার যাতে উচ্চ চাপ ও উষ্ণতার প্রভাবে তেলে ফেনা সৃষ্টি হতে না পারে।

(৯) **স্বল্প মাত্রার পোর পয়েন্ট সৃষ্টির ক্ষমতা** : কম উষ্ণতায় লুব্রিক্যাটিং তেল যাতে সুচারুরূপে প্রবাহিত হয়ে পিচ্ছিলকরণ কাজ সম্পাদন করতে পারে, এ ধর্ম তেলের থাকা প্রয়োজন।

(১০) **উচ্চ মাত্রার ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ক্ষমতা** (High flash point capacity) : ইঞ্জিন অত্যধিক উত্তপ্ত হলে অথবা অত্যধিক উত্তপ্ত আবহাওয়ায় চলার সময় যাতে ইঞ্জিনের উত্তাপে তেল জ্বলে না যায় সেজন্য তেলের উচ্চমাত্রার ফ্ল্যাশ পয়েন্ট থাকা বাঞ্ছনীয়।

১৯.৪ লুব্রিক্যাটিং তেলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য (The various additives used in lubricating oil)

মূলত খনিজ পেট্রোলিয়ামকে পরিশোধনের পর এর সাথে বিভিন্ন মান উন্নয়নকারী রঞ্জক দ্রব্য মিশিয়ে আধুনিক ইঞ্জিনে ব্যবহারোপযোগী লুব্রিক্যাটিং তেল প্রস্তুত করা হয়। এই রঞ্জক দ্রব্য সম্পর্কে বর্ণনা নিম্নরূপ, যেমন—

(১) ময়লা ভাঙা উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ২% থেকে ১০% ফেনোলেইট, সালফোনেইট, ন্যাফথানেইট, উচ্চ আণবিক ওজনের সাবান মিশানো হলে তেল ময়লা ভাঙার ধর্ম অর্জন করে।

(২) অক্সিডেন্ট ও ক্ষয়রোধক উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ০.৮% থেকে ২% অ্যারোমেটিক ফসফেট অথবা অ্যারোমেটিক অ্যামিন মিশানো হলে এটি অক্সিডেন্ট ও ক্ষয়রোধক ধর্মের হয়।

(৩) অত্যধিক চাপ সহ্যকারী উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ৫% থেকে ১০% জৈব ফসফেট (animal phosphate) অথবা বোরন যৌগ মিশ্রিত করলে তেল অত্যধিক চাপ সহ্যকারী ধর্ম অর্জন করে।

(৪) পোর পয়েন্ট অবনমিতকারক : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ০.১% থেকে ১% পর্যন্ত ফেনল মিশানো হলে এটি তেলের পোর পয়েন্ট কমিয়ে দেয়।

(৫) সান্দ্রতা সূচক উন্নয়নকারক : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ২% থেকে ১০% পলিমেরাইজড অলিফিন অথবা আইসো-অলিফিন মিশানো হলে এটি সান্দ্রতাসূচক ধর্ম অর্জন করে।

(৬) মরিচারোধক উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ০.১% থেকে ১% ফ্যাটি এসিড এবং অ্যামিন মিশানো হলে তেল মরিচারাধক ধর্ম প্রাপ্ত হয়।

(৭) ফেনা রোধক উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে অল্প মাত্রায় সিলিকন পলিমার মিশানো হলে এটি ফেনা রোধক ধর্ম অর্জন করে।

(৮) তৈলাক্ত উপাদান : লুব্রিক্যাটিং তেলের সাথে ০.১% থেকে ১% জৈব ফসফেট মিশানো হলে তেল তৈলাক্ত ধর্ম অর্জন করে।

১৯.৫ সান্দ্রতা সূচকের ভূমিকা (The significance of viscosity index)

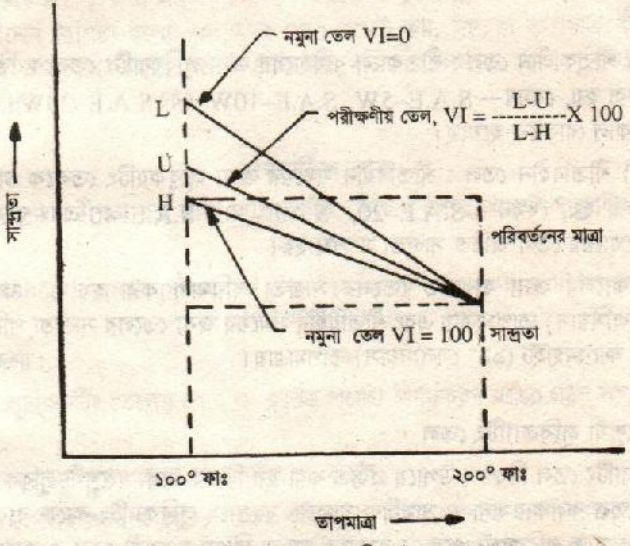
লুব্রিক্যাটিং তেলের যে গুণাবলি থাকার জন্য এটি প্রবাহিত হতে বাধা পায় তাকে সান্দ্রতা বলে। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে যে কোনো নির্দিষ্ট তেলের সান্দ্রতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে তা সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য সান্দ্রতা সূচক ব্যবহৃত হয়। এ সান্দ্রতাসূচকের ভূমিকা নিম্নরূপ—

(ক) লুব্রিক্যাটিং তেল গরমের চেয়ে ঠাণ্ডা অবস্থায় বেশি ঘন থাকে। ঠাণ্ডা অবস্থায় এ তেল বেশি ঘন বলে ইঞ্জিন সহজে চালু হয় না। তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে কোনো কোনো তেলের সান্দ্রতার অধিক পরিবর্তন ঘটে। এজন্য ইঞ্জিন দ্রুত উত্তপ্ত হয়ে সহজে চালু হতে পারে। এটি সান্দ্রতা সূচকের অন্তর্ভুক্ত।

(খ) সব ধরনের তেলই সমান হারে উষ্ণতা বৃদ্ধির সাথে সাথে পাতলা হয়ে কম সান্দ্রতার তেলে পরিণত হয় না। এ ধরনের কারণ বুঝানোর জন্য সান্দ্রতাসূচক ব্যবহৃত হয়।

(গ) লুব্রিক্যাটিং তেলের উষ্ণতা বৃদ্ধির সাথে সাথে পাতলা এবং উষ্ণতা কমার ফলে ভারি হওয়ার হারকে নির্দেশ করার জন্য প্রত্যেক মানের তেলকে একটি নাম্বার দিয়ে চিহ্নিত করা হয়। ১০০° ফারেনহাইট এবং ২১০° ফারেনহাইট উষ্ণতায় সান্দ্রতার পরিবর্তনকে এ নাম্বার নির্ণয়ের ভিত্তি হিসেবে ধরা হয়। পরিবর্তনের হার যত কম হবে 'সান্দ্রতা সূচক' তত বেশি হবে। ১৯.২ চিত্রে সান্দ্রতা সূচক পরিবর্তনের মাত্রা দেখানো হয়েছে।

(ঘ) প্যানসেলভেনিয়া তেলের গড় সান্দ্রতা সূচক ১০০ ধরা হয়। অন্য তেলের মান এটি অপেক্ষা কম হয়।



চিত্র ১৯.২ : সান্দ্রতা সূচক পরিবর্তনের মাত্রা।

(ঙ) সান্দ্রতা সূচক বৃদ্ধি করতে, সান্দ্রতা পরিবর্তনের হার কমাতে সান্দ্রতা উন্নয়নকারী (viscosity imporver) ব্যবহৃত হয়। প্যারাটোন, অ্যাকরিলয়েড, স্যানটোডেক্স ইত্যাদি সান্দ্রতা উন্নয়নকারী হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

১৯.৬ লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার ও সার্ভিস হার (The viscosity rating and service rating of lubricating oil)

(ক) সান্দ্রতা হার : লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা নির্ণয় করতে সাধারণত 'সেবোল্ট সান্দ্রতা মিটার' ব্যবহৃত হয়। কোনো নির্ধারিত ব্যাস ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট অরিফিচ দিয়ে নির্ধারিত তাপমাত্রায় নির্ধারিত পরিমাণ তেল নির্গত হতে যে সময় লাগে তা এ মিটারের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। সুতরাং নির্ধারিত তাপমাত্রায় অরিফিচ দিয়ে নির্দিষ্ট পরিমাণ তেল যত সময়ে নির্গত

হয় তাকে সান্দ্রতা হার বলে। সান্দ্রতা কম থাকলে একক সময়ে তেল নির্গত হওয়ার পরিমাণ বেশি এবং সান্দ্রতা বেশি থাকলে নির্দিষ্ট সময়ে তেল নির্গত হওয়ার পরিমাণ কম।

পরীক্ষাকালীন তাপমাত্রা সান্দ্রতা পরীক্ষার সময় লক্ষ্য করা হয়। সুতরাং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে সান্দ্রতা কমে ও তেল নির্গত হওয়ার হার বৃদ্ধি পায় এবং তাপমাত্রা কমলে সান্দ্রতা বাড়ে ও তেল নির্গত হওয়ার হার কমে। যে লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার কম, সে তেলের সান্দ্রতাও কম। এজন্যই অরিফিচ দিয়ে এ তেল নির্দিষ্ট সময়ে নির্গত হওয়ার হার বেশি। অপরদিকে যে লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার বেশি, সে তেলের সান্দ্রতাও বেশি। এজন্যই অরিফিচ দিয়ে এ তেল নির্দিষ্ট সময়ে নির্গত হওয়ার হার কম।

(খ) সার্ভিস হার : লুব্রিক্যাটিং তেলের সার্ভিস সময়ানুযায়ী একে দুভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(অ) শীতকালীন তেল : শীতকালে ব্যবহারের জন্য লুব্রিক্যাটিং তেলকে তিনটি গ্রেডে বিভক্ত করা হয়, যেমন— S.A.E–5W, S.A.E–10W এবং S.A.E–20W। এখানে W দ্বারা শীতকাল বোঝানো হয়েছে।

(আ) শীতবিহীন তেল : শীতবিহীন সময়ের জন্য লুব্রিক্যাটিং তেলকে চারটি গ্রেডে বিভক্ত করা হয়, যেমন— S.A.E–20, S.A.E–30, S.A.E–40 এবং S.A.E–50। অধিক নাম্বারের তেল অধিক সান্দ্রতা সম্পন্ন হয়।

শীতকালের জন্য ব্যবহৃত তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করা হয় 0° ফারেনহাইট (–১৮° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায় এবং শীতবিহীন সময়ের জন্য তেলের সান্দ্রতা পরিমাপ করা হয়, ২১০° ফারেনহাইট (৯৯° সেলসিয়াস) তাপমাত্রায়।

১৯.৭ সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল

এই লুব্রিক্যাটিং তেল বিকল্প উপায়ে প্রস্তুত করা হয় বিধায় একে সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল বলে। এ তেল কলকারখানা ও সামরিক যুদ্ধাস্ত্র সরঞ্জামে লুব্রিক্যাটিং কাজে ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলিয়ামজাত লুব্রিক্যান্ট এক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় না বিধায় সংশ্লেষী তেল এ কাজে ব্যবহৃত হয়। এ তেল সরাসরি পেট্রোলিয়াম থেকে উৎপন্ন না হলেও বিভিন্ন প্রাকৃতিক তেলের সাথে নির্দিষ্ট কিছু রাসায়নিক যৌগের সংমিশ্রণে এটি প্রস্তুত করা হয়।

ডাইবেসিক এসিড ইস্টার, ফসফেট ইস্টার, পলিগ্লাইকোল ইথার যৌগ ইত্যাদি সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের উদাহরণ। এ লুব্রিক্যাটিং তেলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো এগুলোর পোর পয়েন্ট কম, সান্দ্রতা তাপমাত্রার ধর্ম উন্নত, অক্সিজেন প্রতিরোধ ক্ষমতা অধিক এবং সর্বোপরি কারিগরি কর্মকাণ্ডে এ তেল বিভিন্নভাবে ব্যবহৃত হয়। তবে এ তেলের উৎপাদন খরচ অনেক বেশি পড়ে বিধায় এর ব্যবহার সীমাবদ্ধ রয়েছে।

১৯.৮ সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ

কাজের গুরুত্বভেদে সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলকে ছয়ভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—

(১) ডাইবেসিক এসিড ইস্টার,

(২) ফসফেট ইস্টার,

(৩) সিলিকন পলিমার,

(৪) সিলিকেট ইস্টার,

(৫) পলিগ্লাইকোল ইথার যৌগ এবং

(৬) অ্যালিফেটিক ডিজেল তেল।

ছোট বড় কলকারখানায় ইঞ্জিনে খনিজ তেল থেকে উদ্ভূত লুব্রিক্যাটিং তেল এবং যন্ত্রের যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করতে সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। সামরিক যুদ্ধাস্ত্র প্রস্তুতে এবং যন্ত্রাংশের বিয়ারিং ও অন্য যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করতে এ তেল ব্যবহৃত হয়। এই লুব্রিক্যাটিং তেলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো—এগুলোর পোর পয়েন্ট কম, সান্দ্রতা তাপমাত্রা ধর্ম ভালো, অক্সিডেশন প্রতিরোধ ক্ষমতা যথেষ্ট এবং এটি খনিজ তেলজাত অন্য লুব্রিক্যাটিং তেল অপেক্ষা উন্নত।

ব্যবহারিক কাজ

পোর পয়েন্ট পরীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর পয়েন্ট ও ক্লাউড পয়েন্ট নির্ণয়করণ

(Determining the pour point and cloud point of lubricating oil by pour point test apparatus)

উদ্দেশ্য :

(১) লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট নির্ণয়করণ যন্ত্রের গঠন সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(২) এ যন্ত্রের কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে ধারণা অর্জন,

(৩) তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট পরিমাপের নিয়ম সম্পর্কে ধারণা লাভ,

(৪) তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট নির্ণয়করণ কাজের সাবধানতা সম্পর্কে ধারণা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য : লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট পরীক্ষা করার জন্য নিম্নবর্ণিত যন্ত্রপাতি ও দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—

(ক) পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট পরীক্ষাকরণ যন্ত্র,

(খ) বাথ থার্মোমিটার,

(গ) পোর পরীক্ষণ থার্মোমিটার,

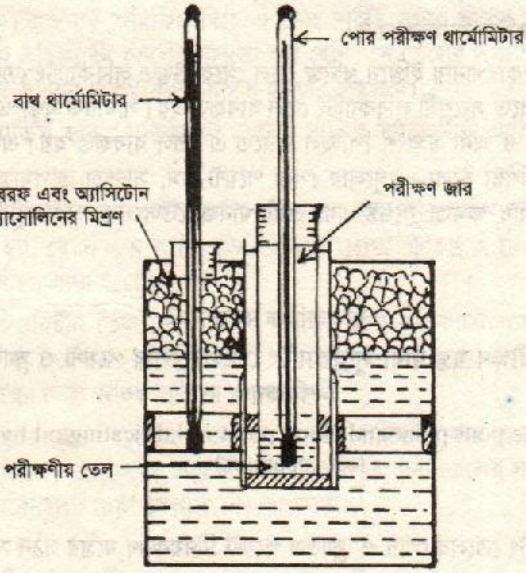
(ঘ) পরীক্ষাধীন লুব্রিক্যাটিং তেল,

(ঙ) শুষ্ক বরফ ও এসিটোন বা পেট্রোলের মিশ্রণ।

তত্ত্ব (Theory) :

(১) পোর পয়েন্ট : যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থ তরল অবস্থা থেকে ঠাণ্ডায় জমাট বাঁধে এবং প্রবাহিত হতে পারে না সেই তাপমাত্রাকে উক্ত তরলের পোর পয়েন্ট বলে।

ঠাণ্ডা অবস্থায় ইঞ্জিন চালু করার ক্ষেত্রে এবং ফুয়েল অথবা লুব্রিক্যাটিং তেল সংরক্ষণ ও ইঞ্জিনের ভিতরের পাইপ অথবা তেল লাইনের মধ্য দিয়ে প্রবাহের ক্ষেত্রে পোর পয়েন্ট একটা গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। এরূপ ক্ষেত্রে কার্যকর তাপমাত্রার ১০° থেকে ১৫° ফারেনহাইট ফুয়েল তেলের ক্ষেত্রে এবং লুব্রিক্যাটিং তেলের ক্ষেত্রে পোর পয়েন্ট ২৫° গ্রহণযোগ্য।



চিত্র ১৯.৩ : লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর পয়েন্ট ও ক্লাউড পয়েন্ট পরিমাপ যন্ত্র।

(২) ক্লাউড পয়েন্ট : যে তাপমাত্রায় পেট্রোলিয়াম অথবা লুব্রিক্যাটিং তেল থেকে মোম আলাদা হয়ে কঠিন আকার ধারণ করে তাকে ক্লাউড পয়েন্ট বলে। এ ধরনের মোম জাতীয় কঠিন পদার্থ লুব্রিক্যাটিং তেলের লাইন এবং ছাঁকনি বন্ধ করে দিতে পারে। শীতপ্রধান দেশে এজন্য লুব্রিক্যাটিং তেলের মধ্যে জমা রোধকারী দ্রবণ ব্যবহৃত হয়।

সাবধানতা : লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট নির্ণয়করণে নিম্নবর্ণিত সাবধানতা অবলম্বন করা হয়, যেমন—

(১) পোর পয়েন্ট পরীক্ষণ যন্ত্রের মধ্যে পরীক্ষণ উপকরণ যথাযথ হওয়া বাঞ্ছনীয়। অন্যথায় পরীক্ষণ প্রক্রিয়ার উদ্দেশ্য সফল হবে না।

(২) বাথ থার্মোমিটার ও পোর পরীক্ষণ থার্মোমিটারের কার্যকারিতা পূর্বে পরীক্ষা করে নিতে হয়। অন্যথায় সঠিক ফলাফল পাওয়া কঠিন হয়।

(৩) শুষ্ক বরফ ও এসিটোন বা পেট্রোল মিশ্রণের ছিপি এবং থার্মোমিটারের ছিপি অবশ্যই বায়ুশূন্য অবস্থায় রাখা দরকার। অন্যথায় কিছু তাপ বেরিয়ে গেলে পরীক্ষা ব্যাহত হবে।

(৪) সময় নির্ধারণের জন্য পরীক্ষার সময় একটি ঘড়ি রাখা প্রয়োজন।

মন্তব্য : লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর ও ক্লাউড পয়েন্ট পরিমাপ করার কাজটি বেশ জটিল। তবে সঠিকভাবে কাজটি করতে পারলে এ ব্যাপারে ব্যবহারিক জ্ঞান বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। লুব্রিক্যাটিং তেলের মূল উদ্দেশ্য কি?

উত্তর : ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেলের মূল উদ্দেশ্য হলো এটি ঘূর্ণায়মান যন্ত্রাংশের মধ্যে তেলের পর্দা তৈরির মাধ্যমে যন্ত্রাংশের ঘর্ষণজনিত ক্ষয় রোধ করে এবং ইঞ্জিনের শক্তি অক্ষুণ্ন রাখে।

২। ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কেসে কি কি মানের তেল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কেসে এস.এ.ই-৩০ এবং এস.এ.ই-৪০ মানের তেল ব্যবহৃত হয়।

৩। খনিজ তেল কি?

উত্তর : খনি থেকে পেট্রোলিয়াম বা অপরিশোধিত তেল পাওয়া যায় এবং এ পেট্রোলিয়ামকে পাতন প্রক্রিয়ায় পরিশোধন করে এ তেল পাওয়া যায়। ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কেস, ট্রান্সমিশন গিয়ার বক্স-এ খনিজ তেল ব্যবহৃত হয়।

৪। উদ্ভিদজাত তেল কি?

উত্তর : জলপাই, রেড়ি এবং তিসির তেলকে উদ্ভিদজাত তেল বলে। বিভিন্ন সূক্ষ্ম যন্ত্রাংশ পিচ্ছিল করতে এ তেল ব্যবহৃত হয়।

৫। প্রাণীজ তেল কি?

উত্তর : শূকরের চর্বি এবং মাছ থেকে প্রাণীজ তেল পাওয়া যায়। ওষুধ তৈরির উপকরণ ও আনুষঙ্গিক মসৃণতার কাজে এ তেল ব্যবহৃত হয়।

৬। এস.আই ইঞ্জিনে কি কি সার্ভিস হারের তেল ব্যবহৃত হয়।

উত্তর : এস.আই ইঞ্জিনে নিম্নবর্ণিত সার্ভিস হারের লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। যেমন—M.M, M.L এবং M.S তেল।

৭। সি.আই ইঞ্জিনে কি কি সার্ভিস হারের তেল ব্যবহৃত হয়?

উত্তর : সি.আই ইঞ্জিনে নিম্নবর্ণিত সার্ভিস হারের লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহৃত হয়। যেমন— D.G, D.M, D.S তেল।

৮। সংশ্লেষী তেল কি?

উত্তর : এটি এক ধরনের বিকল্প লুব্রিক্যাটিং তেল যা কলকারখানা ও সামরিক সরঞ্জাম পরিচালনা এবং সংরক্ষণ ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

৯। লুব্রিক্যাটিং তেলের চারটি গুণাগুণের নাম লিখ।

উত্তর : লুব্রিক্যাটিং তেলের গুণাগুণ নিম্নরূপ—

(ক) উপযুক্ত সান্দ্রতা, (খ) অক্সিডেশন রোধকতা, (গ) কার্বন জমা রোধকতা, (ঘ) ক্ষয়রোধকতা ইত্যাদি।

১০। লুব্রিক্যাটিং তেলে ব্যবহৃত তিনটি রঞ্জক দ্রব্যের নাম লিখ।

উত্তর : লুব্রিক্যাটিং তেলে নিম্নবর্ণিত রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, যেমন—(ক) ময়লা ভাঙা উপাদান, (খ) অক্সিডেন্ট ও ক্ষয়রোধক উপাদান, (গ) অত্যধিক চাপ সহ্যকারী উপাদান প্রভৃতি।

১১। সান্দ্রতা সূচক কি?

উত্তর : লুব্রিক্যাটিং তেলের তাপমাত্রা পরিবর্তনে যে কোনো নির্দিষ্ট তেলের সান্দ্রতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে তা সঠিকভাবে নিরূপণের জন্য সান্দ্রতা সূচক ব্যবহৃত হয়।

১২। লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার কি?

উত্তর : কোনো নির্ধারিত ব্যাস ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সেবোল্ট অরিফিচ দিয়ে নির্ধারিত তাপমাত্রায় নির্ধারিত পরিমাণ তেল নির্গত হতে যে সময় লাগে তাকে সান্দ্রতা হার বলে।

১৩। শীতকালে ব্যবহৃত তেলের সার্ভিস হার কি কি?

উত্তর : শীতকালে ব্যবহৃত লুব্রিক্যাটিং তেলের সার্ভিস হার তিনটি। যেমন—S.A.E–5W, S.A.E–10W এবং S.A.E–20W।

এখানে W দ্বারা শীতকাল বোঝানো হয়।

১৪। শীতবিহীন তেলের সার্ভিস হার কি কি?

উত্তর : শীতবিহীন সময়ে ব্যবহৃত লুব্রিক্যাটিং তেলের সার্ভিস হার হলো—S.A.E–20, S.A.E–30, S.A.E–40 এবং S.A.E–50।

১৫। তিনটি সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের নাম লিখ।

উত্তর : কয়েকটি সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের নাম হলো—(১) ডাইবেসিক এসিড ইস্টার, (২) ফসফেট ইস্টার, (৩) সিলিকন পলিমার প্রভৃতি।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও উত্তর

১। ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের কমপক্ষে আটটি উদ্দেশ্য লিখ।

উত্তর : ১৯.১ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

২। উৎস বিবেচনা করে লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৯.২ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৩। লুব্রিক্যাটিং তেলের কি কি ধর্ম রয়েছে লিখ।

উত্তর : ১৯.৩ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৪। লুব্রিক্যাটিং তেলে কি কি রঞ্জক দ্রব্য ব্যবহৃত হয়, সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৯.৪ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৫। সান্দ্রতা সূচকের ভূমিকা কি, সংক্ষেপে লিখ।

উত্তর : ১৯.৫ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৬। লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার ও সার্ভিস হার কি?

উত্তর : ১৯.৬ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৭। সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল কি? এর ব্যবহারক্ষেত্র লিখ।

উত্তর : ১৯.৭ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৮। সংশ্লেষী তেলের ভাগ এবং এর বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর।

উত্তর : ১৯.৮ অনুচ্ছেদ দ্রষ্টব্য।

৯। লুব্রিক্যাটিং তেলের পোর পয়েন্ট ও ক্লাউড পয়েন্ট কি লিখ।

উত্তর : ব্যবহারিক কাজ দ্রষ্টব্য।

রচনামূলক প্রশ্ন

১। লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের উদ্দেশ্য এবং এ তেলের শ্রেণীবিভাগ বর্ণনা কর।

২। লুব্রিক্যাটিং তেলে কি কি ধর্ম রয়েছে। এতে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য সম্পর্কে বর্ণনা কর।

৩। সান্দ্রতা সূচকের ভূমিকা কি লিখ। লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা হার ও সার্ভিস হার বর্ণনা কর।

৪। টীকা লিখ :

(ক) সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেল,

(খ) লুব্রিক্যাটিং তেলের ধর্ম,

(গ) লুব্রিক্যাটিং তেলে ব্যবহৃত রঞ্জক দ্রব্য,

(ঘ) লুব্রিক্যাটিং তেলের সান্দ্রতা সূচকের ভূমিকা।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা
প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রম
চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা, ১৯৯৮
পাওয়ার ও অটোমোবাইল টেকনোলজি
বিষয় : ফুয়েল ও লুব্রিক্যাটিং (পি.টি-৪৪৩/এটি-৪০৩)

সময় : ৩ ঘন্টা পূর্ণমান : ৫০

'ক' ও 'খ' বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং 'গ' বিভাগের যে কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিতে হবে।

'ক' বিভাগ (মান : ১০ × ১ = ১০)

১। ফুয়েল বলতে কি বুঝায়?
২। বেস বিবেচনা করে তেলের প্রকারভেদ লিখ।
৩। জীবাশ্ম তেল কিভাবে গঠিত হয়?
৪। দুটি কার্বন পরমাণুর আণবিক কাঠামো দেখাও।
৫। চেইন মিশ্রণ ও রিং মিশ্রণ কাকে বলে?
৬। খনন কাদার গুরুত্ব আলোচনা কর।
৭। ফ্ল্যাশ পয়েন্ট ও ফায়ার পয়েন্ট কাকে বলে।
৮। এস.এ.ই-৩০ এবং এস.এ.ই-১০W তেল বলতে কি বুঝ?
৯। ফুয়েলের উদ্বায়ীতার গুরুত্ব আলোচনা কর।
১০। কঠিন ও আধা কঠিন লুব্রিক্যাটিংয়ের প্রধান দুটি ব্যবহার ক্ষেত্রের নাম উল্লেখ কর।

'খ' বিভাগ (মান : ১০ × ২ = ২০)

১১। সান্দ্রতা, সান্দ্রতা সূচক ও সান্দ্রতা হার এর মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক উল্লেখ কর।
১২। রঞ্জক দ্রব্য কাকে বলে? চারটি রঞ্জক দ্রব্যসহ এদের প্রয়োজনীয় ব্যাখ্যা কর।
১৩। খনন কার্য কত প্রকার ও কি কি?
১৪। আইসো অকটেন ও সাধারণ হেপটেন এর আণবিক গঠন দেখাও।
১৫। ডিজেল ইঞ্জিনে কিভাবে নক সৃষ্টি হয়, বুঝিয়ে লিখ।
১৬। বাংলাদেশে প্রাকৃতিক গ্যাসের পরিমাণসহ প্রাপ্তি স্থানের নাম লিখ।
১৭। বিভিন্ন প্রকার উৎপাদিত গ্যাস এর নাম লিখ এবং এদের ব্যবহার ক্ষেত্র উল্লেখ কর।
১৮। ফুয়েল সংরক্ষণ ও স্থানান্তরকরণ বলতে কি বুঝ?
১৯। আদর্শ লুব্রিক্যাটিংয়ের কি কি ধর্ম থাকা প্রয়োজন লিখ।
২০। তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস (L.P.G) কোথায় এবং কিভাবে পাওয়া যায়? এর মজুদ পদ্ধতি লিখ।

'গ' বিভাগ (মান : ৪ × ৫ = ২০)

২১। ছবির সাহায্যে ফ্র্যাকশনাল পাতন পদ্ধতি অংকন করে এতে বিভিন্ন প্রকার অপরিশোধিত তেলের উৎপন্ন দ্রব্য দেখাও।

২২। আদর্শ পেট্রোল বা গ্যাসোলিনের ধর্ম বিস্তারিত আলোচনা কর।

২৩। সিটেন নাম্বার নিরূপণের যে কোনো একটি পদ্ধতির বর্ণনা দাও।

২৪। পাথুরে কয়লার উৎপত্তি আলোচনা কর এবং এর শ্রেণীবিন্যাস কর।

২৫। মোটরযানের বিভিন্ন অবস্থানে বা অংশে ব্যবহৃত বিভিন্ন লুব্রিক্যাটিংয়ের নাম ও বৈশিষ্ট্য ঐসব অংশের বিপরীতে লিখ।

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড, ঢাকা
প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রম
চতুর্থ পর্ব সমাপনী পরীক্ষা, ২০০১
পাওয়ার ও অটোমোবাইল টেকনোলজি

বিষয় : ফুয়েল ও লুব্রিক্যাটিং (পি.টি-৪৪৩/এটি-৪৩৩)

সময় : ৩ ঘন্টা পূর্ণমান : ৫০

'ক' ও 'খ' বিভাগের সকল প্রশ্নের এবং 'গ' বিভাগ হতে যে কোনো ৪ (চার)টি প্রশ্নের উত্তর দাও।

'ক' বিভাগ (মান : ১০ × ১ = ১০)

১। জীবাশ্ম ফুয়েল কি?
২। কয়লার চরম বিশ্লেষণ বলতে কি বুঝায়?
৩। প্রাকৃতিক গ্যাসে বিদ্যমান বিভিন্ন উপাদানের শতকরা হার লিখ।
৪। অপরিশোধিত তেল থেকে উৎপন্ন দ্রব্যের নাম লিখ।
৫। অ্যারোমেটিক কি?
৬। হাইড্রোজিনেশন বলতে কি বুঝ?
৭। গ্যাসোলিনের চারটি রঞ্জক দ্রব্যের নাম লিখ।
৮। কেরোসিনের সর্বনিম্ন ফ্ল্যাশ পয়েন্ট কত?
৯। লুব্রিক্যাটিংয়ের ফায়ার পয়েন্ট কি?
১০। ওয়াটার স্লাজ কি?

'খ' বিভাগ (মান : ১০ × ২ = ২০)

১১। ফুয়েলের তাপীয়মান কিভাবে নির্ণয় করা হয়, তা লিপিবদ্ধ কর।
১২। গ্যাসীয় ফুয়েলের চারটি সুবিধা লিখ।
১৩। সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের চারটি উদাহরণ দাও।
১৪। ফুয়েল পরিশোধনের প্রক্রিয়ার নাম লিখ।
১৫। বাংলাদেশের কোথায় কি ধরনের কয়লা পাওয়া যায় এদের তালিকা দেখাও।
১৬। ফুয়েল শুদ্ধিকরণের চারটি উদ্দেশ্য লিখ।
১৭। ডিজেল ফুয়েলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য লিখ।
১৮। কঠিন লুব্রিক্যাটিংয়ের চারটি শ্রেণীবিভাগ লিখ।

১৯। ইঞ্জিনে লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের চারটি উদ্দেশ্য লিখ।

২০। বিভিন্ন লুব্রিক্যাটিং তেল ব্যবহারের আটটি ক্ষেত্রের নাম লিখ।

'গ' বিভাগ **(মান : ৪ × ৫ = ২০)**

২১। বোম ক্যালরিমিটারের সাহায্যে কয়লার তাপীয়মান নির্ণয়ের পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

২২। 'বাংলাদেশে গ্যাস ফুয়েলের ভবিষ্যৎ উজ্জ্বল'–এর স্বপক্ষে তোমার যুক্তি বর্ণনা কর।

২৩। চিত্রসহ পোর পয়েন্ট নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা কর।

২৪। লুব্রিক্যাটিং হিসেবে গ্রিজ ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা লিখ।

২৫। অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

নির্ঘণ্ট

অকটেন নাম্বার ১৩৯
অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের উৎপত্তি ৭৩
অপরিশোধিত পেট্রোলিয়ামের শ্রেণীবিভাগ ৮২
অপরিশোধিত তেলের উৎপাদন ৮১
অপরিশোধিত তেলের উপাদান ৮০
অপরিশোধিত তেল পরিশোধনের উদ্দেশ্য ৯৮
অপরিশোধিত তেল পরিশোধন প্রক্রিয়া ৯৮
এন্টিনক উপাদান ১৪৬
কূপ খনন প্রক্রিয়া ৭৬
কয়লা সংরক্ষণ প্রক্রিয়া ৩৪
কয়লা বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ৪০
কয়লার গঠন ২৭
কয়লার তাপীয়মান ৪১
কয়লার বৈশিষ্ট্য ২৯
কঠিন ফুয়েলে গুরুত্ব ১৬
কঠিন ফুয়েলের ধর্ম ১৮
কঠিন ফুয়েলের উপাদান ১৭
কৃত্রিম কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম ২০
কেরোসিনের ব্যবহার ১৫৮
কেরোসিনের ধর্ম ১৫৮
কেরোসিন ফুয়েলের উপাদান ১৫৭
ক্র্যাকিং পদ্ধতি ১০৩
গ্যাসীয় ফুয়েলের তাপীয়মান নির্ণয় প্রক্রিয়া ৫৩
গ্রিজ ১৯২
গ্রিজ এর ধর্ম ১৯৩
গ্রিজ এর রঞ্জক দ্রব্য ১৯৫
গ্রিজ এর শ্রেণীবিভাগ ১৯২
গ্রিজ স্পেসিফিকেশন ১৯৭
জীবাশ্ম ফুয়েলের ভবিষ্যৎ ৫
জীবাশ্ম ফুয়েলের বিকল্প ৬
জীবাশ্ম ফুয়েল ৪
জেট ইঞ্জিন ফুয়েলের উপাদান ১৭৬
জেট ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ১৭৭
ডিজেল ফুয়েলের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য ১৬২
ডিজেল ফুয়েলের সিটেন নাম্বার নির্ণয় ১৬৪
তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উৎপত্তি ৬৩
তরল পেট্রোলিয়াম গ্যাস ফুয়েলের উপাদান ৬২
প্রাচীন ফুয়েলের আবিষ্কার ৩
প্রাকৃতিক গ্যাসের উৎপত্তি ৫১
প্রাকৃতিক কঠিন ফুয়েলের উপাদান ও ধর্ম ১৮
পেট্রোল ফুয়েলের অস্বাভাবিক দহন ১২৬
পেট্রোল ফুয়েলের ব্যবহার ১১৫
পেট্রোল ফুয়েলের পাতন পরীক্ষা ১৩৩
পেট্রোল ফুয়েলের বৈশিষ্ট্য ১২৩
পেট্রোল ফুয়েলের উৎপাদন ১১৪
পেট্রোলিয়াম দ্রব্যের পরিশোধন প্রক্রিয়া ১০৬
ফুয়েলের আধুনিক ধারণা ১
ফুয়েলের গুরুত্ব ২
ফুয়েলের শ্রেণীবিভাগ ২
ফুয়েল ১
ফুয়েল তেলের তাপীয়মান ১৭০
বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের ব্যবহার ৫৭
বাংলাদেশে গ্যাসীয় ফুয়েলের উন্নয়ন ৫৬
বিশ্বের বিভিন্ন তেল খনির এলাকা ৮৩
বিকল্প ফুয়েলের সুবিধা ও অসুবিধা ৭
বিভিন্ন গ্যাসীয় ফুয়েলের উপাদান ৪৯
বিভিন্ন ফুয়েল শনাক্তকরণ ৮
লুব্রিক্যান্ট ১৮০
লুব্রিক্যান্ট এর শ্রেণীবিভাগ ১৮১
লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ ২১১
শিল্প কারখানার কঠিন ফুয়েল ২২
সংশ্লেষী লুব্রিক্যাটিং তেলের শ্রেণীবিভাগ ২১৬
সিটেন নাম্বারের গুরুত্ব ১৬৩
সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যৌগ ৮৯
হাইড্রোকার্বনের আণবিক সূত্র ৯০
হাইড্রোকার্বনের শ্রেণীবিভাগ ৯০
হাইড্রোকার্বন বিক্রিয়া ৯৪

গ্রন্থপঞ্জি

১। Edward F. Obert, Internal Combustion Engines, International Textbook Co., Scranton Pennsylvania.

২। T.R. Bana, Nathu Singh, A Text Book on Automobile Engineering, Khanna Publishers, Delhi-5

৩। Marion L. Smith & Karl W. Stinson, Fuel and Combustion, McGraw-Hill Book Company, New York.

৪। মোঃ আবুবকর সিদ্দিক, অটোমোবিল ইঞ্জিনিয়ারিং,বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

৫। বিশ্বনাথ মজুমদার, পাওয়ার প্ল্যান্ট ইঞ্জিনিয়ারিং, বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

৬। বিশ্বনাথ মজুমদার, মোটরযান প্রযুক্তি-১ম খণ্ড, বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

৭। বিশ্বনাথ মজুমদার, মোটরযান প্রযুক্তি-২য় খণ্ড, বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

৮। বিশ্বনাথ মজুমদার, মোটরযান প্রযুক্তি-৩য় খণ্ড, বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

৯। বিশ্বনাথ মজুমদার, পরিবেশ সমীক্ষা, বাংলা একাডেমী, ঢাকা-১০০০

১০। মোঃ মাসউদুজ্জামান, কৃষি শক্তি (কৃষি যান্ত্রিকীকরণ), বাংলাদেশ টেকনিক্যাল এডুকেশন বোর্ড, আগারগাঁও, ঢাকা-১২০৭