



**Competency-Based Learning Materials (CBLMs)**  
on  
**Advanced Auto Mechanics**  
**Transport Sector**  
**(BMET)**

**Skills for Industry Competitiveness and Innovation Program (SICIP)**  
**Finance Division, Ministry of Finance**

## মডিউল নির্দেশিকা:

### জেনেরিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-TRA-AAM-01-G	কর্মক্ষেত্রে পেশাগত স্বাস্থ্য ও নিরাপত্তা (OHS) অনুশীলন প্রয়োগ করা	১০ ঘন্টা
২।	SICIP-TRA-AAM-02-G	কর্মস্থলে পারস্পরিক কার্যকর যোগাযোগ সম্পন্ন করা	১০ ঘন্টা
৩।	SICIP-TRA-AAM-03-G	দলগত পরিবেশে কাজ করা	১০ ঘন্টা

### সেক্টর স্পেসিফিক মডিউলঃ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-TRA-AAM-01-S	হ্যান্ড টুলস এবং পাওয়ার টুলস ব্যবহার করে কাজ করা	২০ ঘন্টা

### অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউ

ক্রমিক নং	ইউনিট কোড	মডিউল শিরোনাম	নোমিনাল আওয়ার
১।	SICIP-TRA-AAM-01-O	অটোমোটিভ ইঞ্জিন সম্পর্কে ধারণা লাভ করা	২০ ঘন্টা
২।	SICIP-TRA-AAM-02-O	ইঞ্জিন ওভারহলিং সম্পাদন করা	৭০ ঘন্টা
৩।	SICIP-TRA-AAM-03-O	সহায়ক সার্ভিস সিস্টেমসমূহ পরিচালনা করা	৫০ ঘন্টা
৪।	SICIP-TRA-AAM-04-O	পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা	৪০ ঘন্টা
৫।	SICIP-TRA-AAM-05-O	কন্ট্রোল সিস্টেম সার্ভিসিং করা	৩০ ঘন্টা
৬।	SICIP-TRA-AAM-06-O	সাসপেনশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা	৪০ ঘন্টা
৭।	SICIP-TRA-AAM-07-O	হাইব্রিড সিস্টেম সার্ভিসিং করা	৬০ ঘন্টা

# অকুপেশন স্পেসিফিক মডিউল

## মডিউল-১

মডিউলঃ অটোমোটিভ ইঞ্জিন সম্পর্কে ধারণা লাভ করা  
SICIP-TRA-AAM-01-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

## মডিউল-১

মডিউল শিরোনাম: অটোমোটিভ ইঞ্জিন সম্পর্কে ধারণা লাভ করা

ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-01-O

নোমিনাল আওয়ার: ২০ ঘন্টা।

### মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলটিতে অটোমোটিভ ইঞ্জিন সম্পর্কে ধারণা লাভ করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাবকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষ করে ইঞ্জিনের ধরণ সনাক্ত করা, ইঞ্জিন ও অন্যান্য সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করা, এবং VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করার কাজসমূহ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. ইঞ্জিনের ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।
২. ইঞ্জিন ও অন্যান্য সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো চিহ্নিত করতে পারবে।
৩. VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো চিহ্নিত করতে পারবে।

### অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. বিভিন্ন ধরনের অভ্যন্তরীণ জ্বলন (IC) ইঞ্জিন সনাক্ত করা ও সেগুলো সম্পর্কে সুস্পষ্ট ধারণা অর্জন করা হয়েছে।
২. ইঞ্জিনের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৩. ইঞ্জিনের শ্রেণিবিভাগ চিহ্নিত করা হয়েছে।
৪. ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করা হয়েছে।
৫. ফুয়েল সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করা এবং তাদের কার্যাবলি ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৬. কুলিং সিস্টেমের উপাদানগুলোর গুরুত্ব সম্পর্কে ধারণা অর্জন করা হয়েছে।
৭. ইগনিশন সিস্টেমের উপাদানগুলো সনাক্ত ও ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৮. লুব্রিকেশন সিস্টেমের উপাদানগুলো চিহ্নিত ও সে সম্পর্কে ধারণা অর্জন করা হয়েছে।
৯. এক্সহস্ট সিস্টেমের উপাদানগুলো সনাক্ত করা ও সেগুলো সম্পর্কে ধারণা অর্জন করা হয়েছে।
১০. VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করা হয়েছে।
১১. VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো বর্ণনা করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)–১.১

শিখন ফল-১: ইঞ্জিনের ধরণ চিহ্নিত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

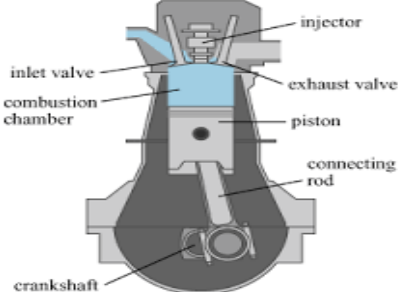
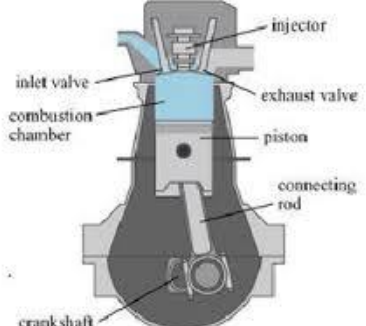
### বিষয়বস্তু (Contents):

- বিভিন্ন ধরনের অভ্যন্তরীণ প্রজ্বলন (IC) ইঞ্জিন
- ইঞ্জিনের কার্যপ্রণালী
- ইঞ্জিনের শ্রেণিবিভাগ

### (ক) বিভিন্ন ধরনের অভ্যন্তরীণ জ্বলন (IC) ইঞ্জিন

ইঞ্জিন হলো একটি স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র, যা জ্বালানি প্রজ্বলনের মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে ও তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে নিজে চলে ও অন্যান্য যন্ত্রাংশকে চালায় বলে।

বিভিন্ন বিষয়ের মাধ্যমে অভ্যন্তরীণ প্রজ্বলন ইঞ্জিন কে ভাগ করা হয়, তা হলো-

<p>স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিন: যে সকল ইঞ্জিনে স্পার্ক প্লাগের সাহায্যে দহন ক্রিয়া সম্পূর্ণ করা হয় সেসব ইঞ্জিনকে স্পার্ক ইগনিশন ইঞ্জিন বলা হয়।</p>	
	<p>কম্প্রেশন ইগনিশন ইঞ্জিন: যে সকল ইঞ্জিনে বাতাসকে সংকুচিত করে জ্বালানি কণাশন চেম্বারে স্প্রে করে দহন ক্রিয়া সম্পূর্ণ করে, সেসব ইঞ্জিনকে কম্প্রেশন ইগনিশন ইঞ্জিন বলা হয়।</p>

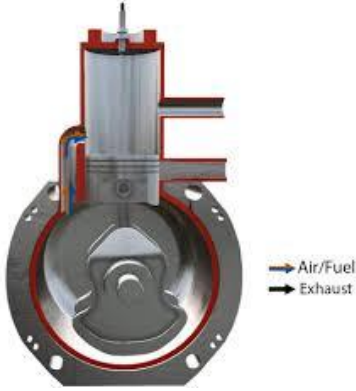
১. ডিজেল ইঞ্জিন: জ্বালানি হিসেবে ডিজেল ব্যবহার করা হয়।



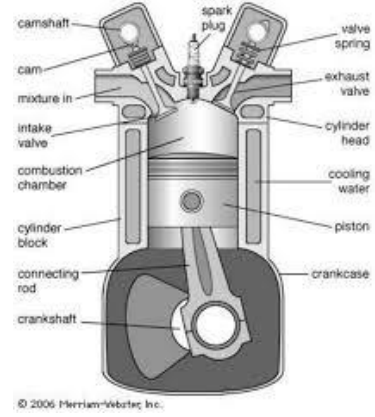
২. পেট্রোল ইঞ্জিন: জ্বালানি হিসেবে পেট্রোল ব্যবহার করা হয়।



১. টু-স্টোক ইঞ্জিন: পিস্টন সিলিন্ডারের মধ্যে দুইবার উঠানামার মাধ্যমে কাজ সম্পূর্ণ করে।



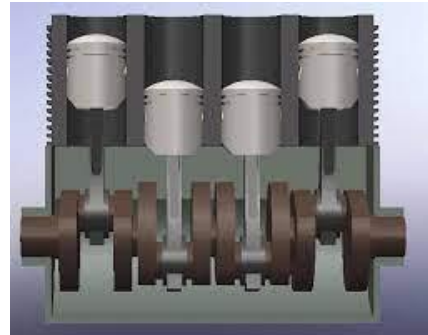
২. ফোর স্টোক ইঞ্জিন: পিস্টন সিলিন্ডারের মধ্যে চারবার উঠানামার মাধ্যমে কাজ সম্পূর্ণ করে।



একক সিলিন্ডার ইঞ্জিন: একটি সিলিন্ডারে একটি পিস্টন থাকবে।



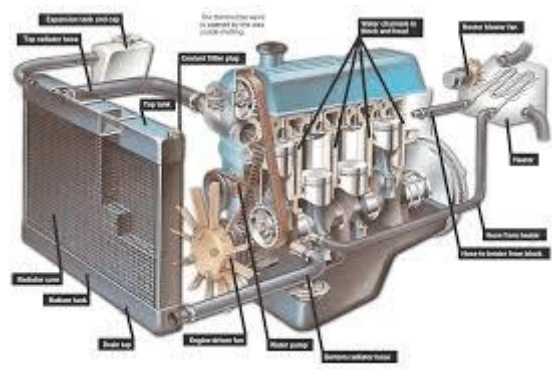
মাল্টি সিলিন্ডার ইঞ্জিন: দুই বা ততোধিক সিলিন্ডার ও পিস্টন থাকবে।



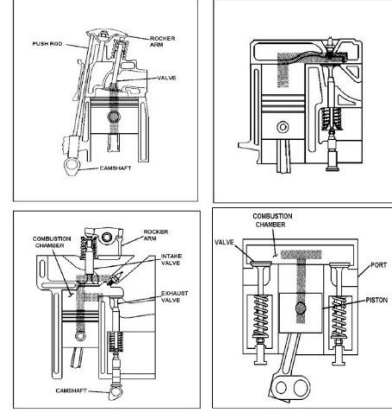
এয়ার কুল্ড ইঞ্জিন: বাতাস দ্বারা ইঞ্জিনকে ঠান্ডা করা হয়।



লিকুইড কুল্ড ইঞ্জিন: কুল্যান্ট দ্বারা ইঞ্জিনকে ঠান্ডা করা হয়।



ভালভ ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে ইঞ্জিন: আই হেড টাইপ, এফ হেড টাইপ, এল হেড টাইপ, টি হেড টাইপ



#### (খ) ইঞ্জিনের কার্যপ্রণালী

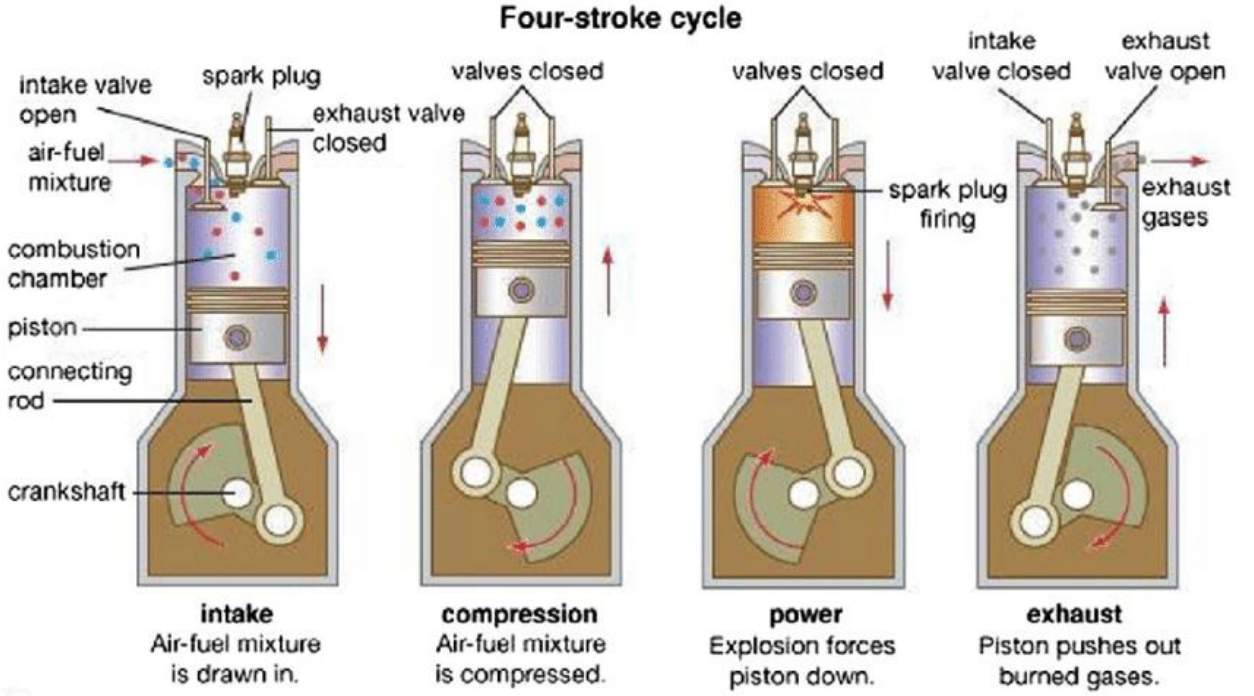
অভ্যন্তরীণ প্রজ্বলন ইঞ্জিন মূলত চারটি ধাপে কাজ করে:

1. **ইনটেক স্ট্রোক (Intake Stroke):** এই ধাপে পিস্টন নিচের দিকে নামে এবং ভালভ খুলে যায়। এর ফলে জ্বালানি ও বাতাসের মিশ্রণ সিলিন্ডারের ভেতরে প্রবেশ করে।
2. **কম্প্রেশন স্ট্রোক (Compression Stroke):** এবার পিস্টন উপরের দিকে ওঠে এবং জ্বালানি-বায়ুর মিশ্রণকে সংকুচিত করে। এতে মিশ্রণের চাপ ও তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
3. **পাওয়ার স্ট্রোক (Power Stroke):** এই ধাপে স্পার্ক প্লাগ বা উচ্চ চাপ দ্বারা জ্বালানি মিশ্রণকে প্রজ্বলিত করা হয়। ফলে একটি বিস্ফোরণ ঘটে, যা প্রচুর তাপশক্তি ও গ্যাস উৎপন্ন করে। এই গ্যাস পিস্টনকে প্রবলভাবে নিচের দিকে ঠেলে দেয়, যা ক্র্যাঙ্কশ্যাফ্টকে ঘোরায়।
4. **এগজস্ট স্ট্রোক (Exhaust Stroke):** সবশেষে, পিস্টন আবার উপরের দিকে ওঠে। এক্সহস্ট ভালভ খুলে যায় এবং দহনের ফলে সৃষ্ট বর্জ্য গ্যাস সিলিন্ডার থেকে বের হয়ে যায়।

এই চক্রটি পুনরাবৃত্তি শুরু হয় এবং ইঞ্জিন ক্রমাগত শক্তি উৎপাদন করে।

#### প্রধান অংশসমূহ:

- **ইঞ্জিন ব্লক:** ইঞ্জিনের মূল কাঠামো।
- **সিলিন্ডার:** যেখানে পিস্টন ওঠানামা করে।
- **পিস্টন:** যা গ্যাসীয় চাপের প্রভাবে ওঠানামা করে।
- **ক্র্যাঙ্কশ্যাফ্ট:** পিস্টনের রৈখিক গতিকে ঘূর্ণন শক্তিতে রূপান্তর করে।
- **ভালভ:** জ্বালানি-বায়ুর মিশ্রণ প্রবেশ এবং বর্জ্য গ্যাস নির্গমনের জন্য ব্যবহৃত হয়।



**(গ) ইঞ্জিনের শ্রেণীবিভাগ:**

ইঞ্জিনকে মূলত দহন প্রক্রিয়া (যেমন- অন্তর্দহন, বহির্দহন) এবং কার্যপ্রণালীর নীতির উপর ভিত্তি করে (যেমন- ২-স্ট্রোক, ৪-স্ট্রোক) শ্রেণীবদ্ধ করা হয়। এছাড়া ব্যবহৃত জ্বালানি অনুযায়ীও (যেমন- পেট্রোল, ডিজেল) এদের ভাগ করা যায়, যা অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

দহন প্রক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে:

**(১) অন্তর্দহন ইঞ্জিন (ওহবৎহধষ ঙ্গড়সনংংরড্হ উহমরহব - ওঙ্উ):**

এই ইঞ্জিনে সিলিন্ডারের ভেতরেই জ্বালানি ও বাতাসের মিশ্রণ দহন করা হয়।

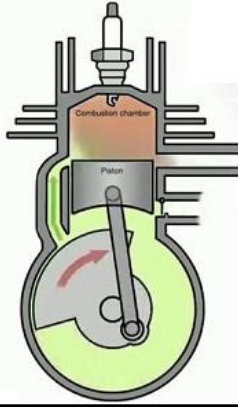
- **পেট্রোল ইঞ্জিন:** স্পার্ক প্লাগের সাহায্যে জ্বালানি দহন করে।
- **ডিজেল ইঞ্জিন:** জ্বালানি দহনের জন্য কম্প্রেশন ইগনিশন ব্যবহার করে।

**(২) বহির্দহন ইঞ্জিন (উঃবৎহধষ ঙ্গড়সনংংরড্হ উহমরহব):**

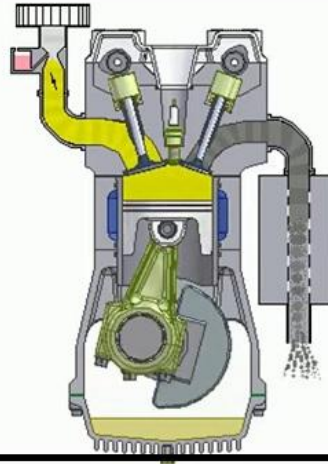
এই ইঞ্জিনে দহন প্রক্রিয়া ইঞ্জিনের বাইরে ঘটে এবং উৎপন্ন তাপশক্তি একটি কার্যকরী মাধ্যমে (যেমন- বাষ্প) স্থানান্তরিত হয়ে কাজ করে। কার্যপ্রণালীর নীতির উপর ভিত্তি করে (অন্তর্দহন ইঞ্জিনের জন্য):

- স্টোক ভেদে ইঞ্জিন দুই প্রকার. **01 ২-স্ট্রোক ইঞ্জিন** **2. ৪-স্ট্রোক ইঞ্জিন:**
- **২-স্ট্রোক ইঞ্জিন:** একটি সম্পূর্ণ শক্তি চক্র সম্পন্ন করতে পিস্টনের ২টি স্ট্রোকের (উপর-নিচ যাওয়া) প্রয়োজন হয়।
- **৪-স্ট্রোক ইঞ্জিন:** একটি সম্পূর্ণ শক্তি চক্র সম্পন্ন করতে পিস্টনের ৪টি স্ট্রোকের প্রয়োজন হয়, যা শক্তি উৎপাদন, শোষণ, এবং নিষ্কাশন সম্পন্ন করে।

## 2 Stroke vs 4 Stroke Engines



**Vs**



## সেলফ চেক (Self Check)-১.১

### প্রশ্নগুলোর উত্তরদিন:

১. এয়ার কুল্ড ইঞ্জিন কি দ্বারা ইঞ্জিনকে ঠান্ডা করে?
২. ইঞ্জিন কি?
৩. ভালভ ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে ইঞ্জিন কি কি?
৪. ইঞ্জিন কত প্রকার?
৫. টু-স্টোক ইঞ্জিন ও ফোর-স্টোক ইঞ্জিন এর পার্থক্য কি?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-১.১

১. এয়ার কুল্ড ইঞ্জিন কি দ্বারা ইঞ্জিনকে ঠান্ডা করে?

উত্তরঃ বাতাস দ্বারা।

২. ইঞ্জিন কি?

উত্তরঃ ইঞ্জিন হলো - একটি স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র, যা জ্বালানি প্রজ্জ্বলনের মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে তাপ শক্তিতে ও তাপ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে নিজে চলে ও অন্যান্য যন্ত্রাংশকে চালায় তাকে ইঞ্জিন বলে।

৩. ভালভ ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে ইঞ্জিন কি কি?

উত্তরঃ আই হেড টাইপ,এফ হেড টাইপ,এল হেড টাইপ,টি হেড টাইপ ইঞ্জিন।

৪. ইঞ্জিন কত প্রকার?

উত্তরঃ দুই প্রকার।

৫. টু-স্টোক ইঞ্জিন ও ফোর-স্টোক ইঞ্জিন এর পার্থক্য কি?

উত্তরঃ টু-স্টোকে: -পিস্টন সিলিন্ডারের মধ্যে দুইবার উঠানামার মাধ্যমে কাজ সম্পূর্ণ কওে, এবং

ফোর-স্টোকে:-পিস্টন সিলিন্ডারের মধ্যে চারবার উঠানামার মাধ্যমে কাজ সম্পূর্ণ করে।

## জব শীট (Job Sheet) – ১.১.১

জবের নাম: ইঞ্জিনের প্রকারভেদ চিহ্নিত করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. শিক্ষক/প্রশিক্ষকের নির্দেশনা অনুযায়ী ইঞ্জিনগুলো পর্যবেক্ষণ করা।
২. ইঞ্জিনকে জ্বালানির ভিত্তিতে ভাগ করা (Petrol, Diesel, Gas)।
৩. স্ট্রোক সংখ্যা অনুযায়ী ভাগ করা (Two-stroke, Four-stroke)।
৪. সিলিন্ডারের বিন্যাস অনুযায়ী ভাগ করা (Inline, V-type, Radial ইত্যাদি)।
৫. কুলিং পদ্ধতির ভিত্তিতে ভাগ করা (Air cooled, Water cooled)।
৬. প্রতিটি ইঞ্জিনের বৈশিষ্ট্য নোটবুকে লিখে নেওয়া।
৭. ইঞ্জিনের নামফলক/মডেল নম্বর যাচাই করা।
৮. প্রতিটি ইঞ্জিনের বৈশিষ্ট্য নোটবুকে লিখে নেওয়া।

### সর্তকতা:

- কাজ করার সময় অবশ্যই PPE পরিধান করতে হবে।
- সঠিক ভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না।
- যদি বুঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.১.১

জবের নাম: ইঞ্জিনের প্রকারভেদ চিহ্নিত করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিপিসমূহঃ

- হ্যান্ড গ্লোভস
- এ্যাপ্রোন
- সেফটি গগলস্
- সেফটি সু
- সেফটি হেলমেট

### প্রয়োজনীয় টুলস্ এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্প্যানার
- স্ক্রু ড্রাইভার

- মাপযন্ত্র

প্রয়োজনীয় মেটেরিয়ালস:

- বিভিন্ন ধরনের ইঞ্জিন (Petrol, Diesel, Two-Stroke, Four-Stroke, ইত্যাদি)
- হোয়াইট বোর্ড
- পোস্টার
- নোটবুক ও কলম

লে-আউট/ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)–১.২

শিখন ফল-২: ইঞ্জিন এবং অন্যান্য সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলি সনাক্ত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিনের প্রধান অংশসমূহ
- ফুয়েল সিস্টেম
- কুলিং সিস্টেম
- ইগনিশন সিস্টেম
- লুব্রিকেশন সিস্টেম
- এক্সহস্ট সিস্টেম

### ইঞ্জিনের প্রধান অংশসমূহ:

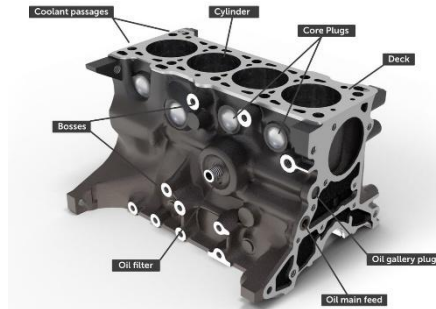
ইঞ্জিনকে প্রধানত তিনটি অংশে ভাগ করা হয়-

১. ইঞ্জিন হেড
২. ইঞ্জিন ব্লক/সিলিন্ডার
৩. ক্র্যাঙ্ককেজ

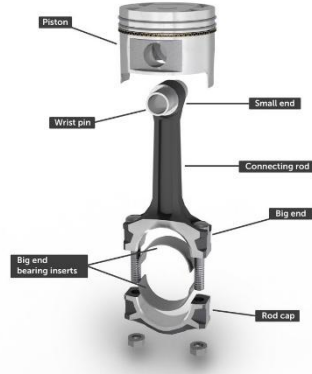
১. সিলিন্ডার হেড (দুইসরহফবৎ ঐবধফ):  
সিলিন্ডারের উপরের অংশ, যেখানে ভাল্ব,  
স্পার্ক প্লাগ/ইনজেক্টর থাকে।



২. সিলিন্ডার (দুইসরহফবৎ) জ্বালানি দহন ও  
পিস্টনের চলাচলের স্থান।

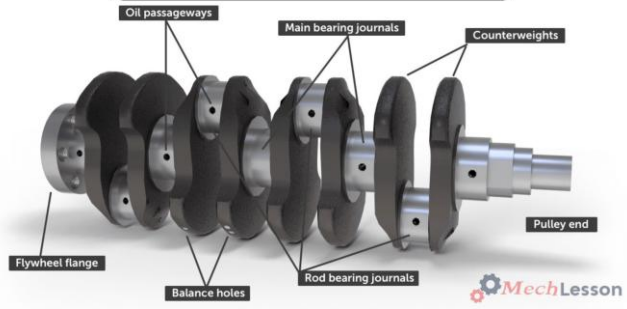


৩. পিস্টন (চরংগুড়হ) সিলিন্ডারের ভেতরে ওঠানামা করে চাপ তৈরি করে।  
 ৪. কনেক্টিং রড (ঈড়হহবপঃরহম জড়ফ) পিস্টনকে ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের সাথে যুক্ত করে।

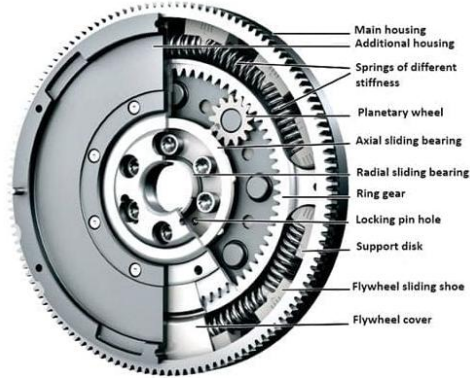


৫. ক্র্যাঙ্কশ্যাফট (Crankshaft) পিস্টনের সরল গতিকে ঘূর্ণন গতিতে রূপান্তর করে।

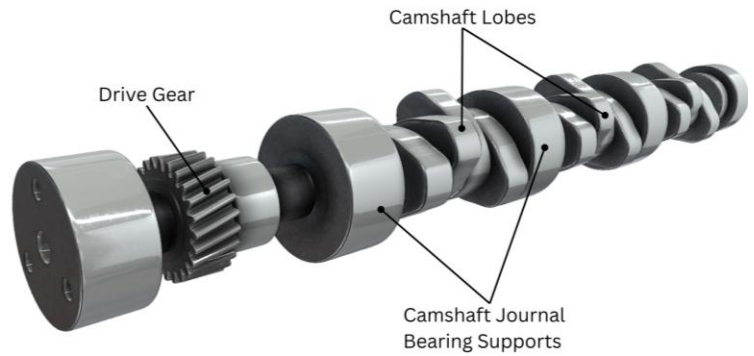
### Automobile Crankshaft



৬. ফ্লাই হইল (Flywheel) ক্র্যাঙ্কশ্যাফটে লাগানো থাকে, গতি মসৃণ রাখে।



৭. ক্যামশ্যাফট (Camshaft) ভাল্ব খোলা ও বন্ধ নিয়ন্ত্রণ করে।



**৮. ভাল্ব (Valve - Inlet & Exhaust)**

বাতাস/জ্বালানি প্রবেশ ও পোড়া গ্যাস বের হওয়ার জন্য ব্যবহৃত।



**০৯. অয়েল সাম্প:** ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কশ্যাফট

এবং সংযোগকারী রডগুলির জন্য একটি প্রতিরক্ষামূলক আবাসন হিসেবে কাজ করা, এই অংশগুলিকে লুব্রিকেট করার জন্য তেলের আধারকে আবদ্ধ করা এবং তেল লিক এবং অতিরিক্ত ক্ষয় রোধ করার জন্য এই আবদ্ধ স্থানটি সঠিক তেল সঞ্চালন বজায় রাখে, অভ্যন্তরীণ উপাদানগুলিকে ময়লা এবং ধ্বংসাবশেষ থেকে রক্ষা করে এবং পারস্পরিক পিস্টন দ্বারা সৃষ্ট চাপ পরিচালনা করে ইঞ্জিনকে দক্ষতার সাথে পরিচালনা করতে সহায়তা করে।



**১০. ইনটেক মেনিফোল্ড এগজস্ট মেনিফোল্ড:**

**১. ওহঃধঃশব গধহঃরভঃড়ঃষফ (ইনটেক ম্যানিফোল্ড)**

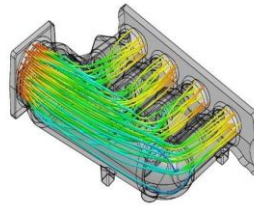
কাজ: বায়ু বা এয়ার-ফুয়েল মিশ্রণকে সিলিন্ডারে বিতরণ করে। প্রতিটি সিলিন্ডারে সমান পরিমাণ মিশ্রণ পৌঁছায়।

**২. ডীঃযঃধঃঃঃ গধহঃরভঃড়ঃষফ (GMR+ ম্যানিফোল্ড)**

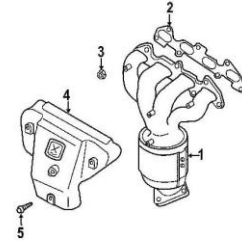
কাজ: দহন শেষে উৎপন্ন গ্যাস (Exhaust Gas) সিলিন্ডার থেকে একত্রিত করে এক লাইনে বের করে।

উপাদান: সাধারণত কাস্ট আয়রন বা স্টিল (উচ্চ তাপ সহনীয়)।

**ENGINE MANIFOLDS**



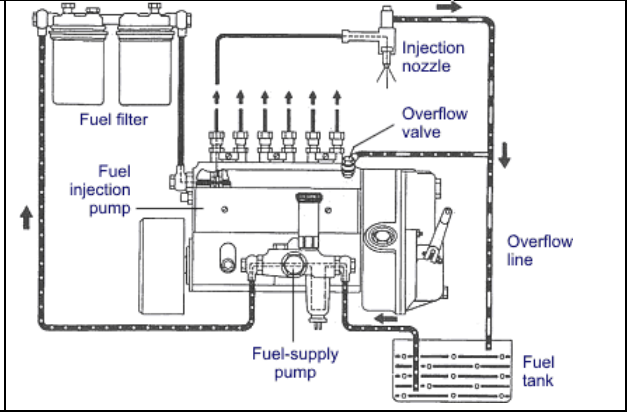
**INTAKE MANIFOLD**



**EXHAUST MANIFOLD**

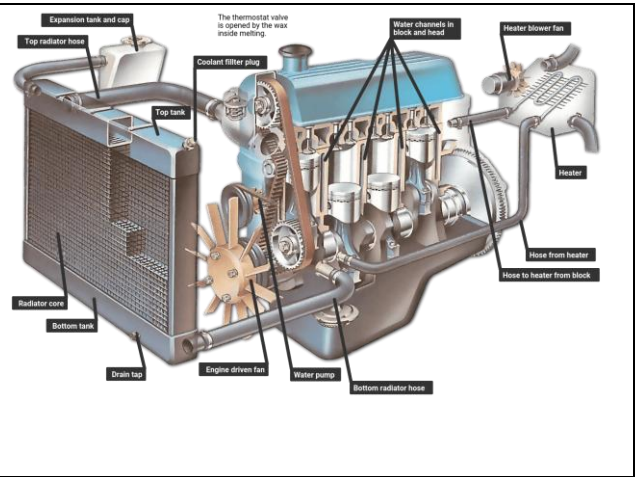
### ফুয়েল সিস্টেম:

ফুয়েল সিস্টেম: ফুয়েল সিস্টেম (Fuel System) হলো একটি প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে জ্বালানি ট্যাঙ্ক থেকে জ্বালানি সংগ্রহ করে সেটিকে ইঞ্জিনের সিলিন্ডারে পাঠানো হয়, যেখানে এটি দহনের মাধ্যমে শক্তি উৎপন্ন করে। এর মূল কাজ হলো পর্যাপ্ত পরিমাণে জ্বালানি সঠিক সময়ে ইঞ্জিনে সরবরাহ করা, যাতে ইঞ্জিন দক্ষতার সাথে চলতে পারে এবং শক্তি উৎপাদন করতে পারে।



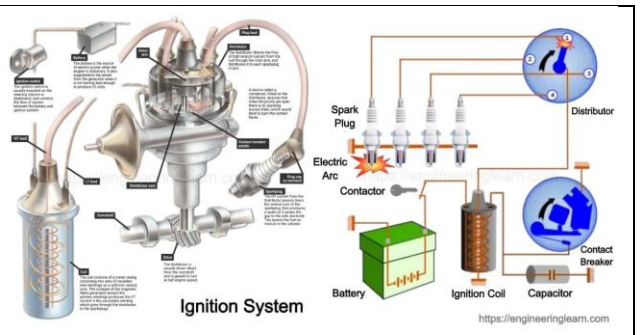
### কুলিং সিস্টেম:

কুলিং সিস্টেম (সিঁড়ি/সরহম ঙ্গবস) এমন একটি প্রক্রিয়া বা যন্ত্রের সমষ্টি যা কোনো ইঞ্জিন, কম্পিউটার বা যন্ত্রাংশকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে এবং নির্দিষ্ট অপারেটিং তাপমাত্রায় পরিচালনা করতে সাহায্য করে। এটি অতিরিক্ত তাপ অপচয় করে বা নিষ্কাশন করে, যা যন্ত্রপাতির ক্ষতি বা কর্মক্ষমতা হ্রাস রোধ করে। কুলিং সিস্টেম সাধারণত দুই প্রকার: ওয়াটার কুলিং সিস্টেম ও এয়ার কুলিং সিস্টেম।



### ইগনিশন সিস্টেম:

ইগনিশন সিস্টেম: একটি যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক ব্যবস্থা যা পেট্রোল ইঞ্জিনের দহন চেম্বারে সঠিক সময়ে একটি ইলেকট্রিক স্পার্কের মাধ্যমে জ্বালানি-বাতাস মিশ্রণকে প্রজ্জ্বলিত করে। এর মূল কাজ হলো ব্যাটারির কম ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তরিত করে স্পার্ক প্লাগে প্রেরণ করা, যা ইঞ্জিনের দহন প্রক্রিয়ার সূচনা করে এবং গাড়িকে চালিত করে।

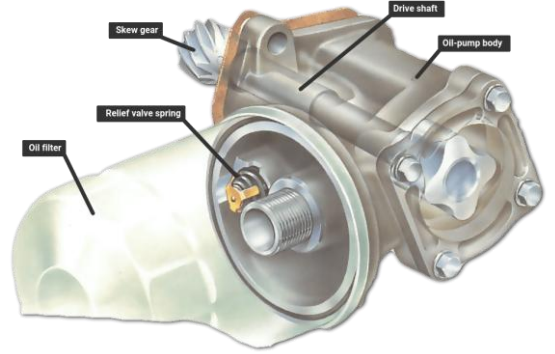


## লুব্রিকেশন সিস্টেম:

অয়েল পাম্প ও লুব্রিকেশন সিস্টেম: একটি প্রক্রিয়া ও যন্ত্রাংশের সমষ্টি যা কোনো মেশিন বা যন্ত্রাংশের চলন্ত অংশগুলোর মধ্যে ঘর্ষণ কমাতে এবং যন্ত্রাংশগুলোকে ঠান্ডা রাখতে তেল বা অন্য কোনো লুব্রিকেন্ট সরবরাহ করে। এর মূল কাজ হলো ঘর্ষণ ও ক্ষয় কমানো, তাপ অপসারণ করা, যন্ত্রাংশগুলোকে পরিষ্কার রাখা এবং বিভিন্ন অংশকে সিল করা, যা যন্ত্রাংশগুলোর আয়ু বৃদ্ধি করে।

**ঘর্ষণ কমানো:** এটি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কাজ। লুব্রিকেন্ট চলমান অংশগুলোর মধ্যে একটি পাতলা স্তর তৈরি করে, যা সরাসরি সংস্পর্শ এড়িয়ে ঘর্ষণ কমিয়ে দেয়।

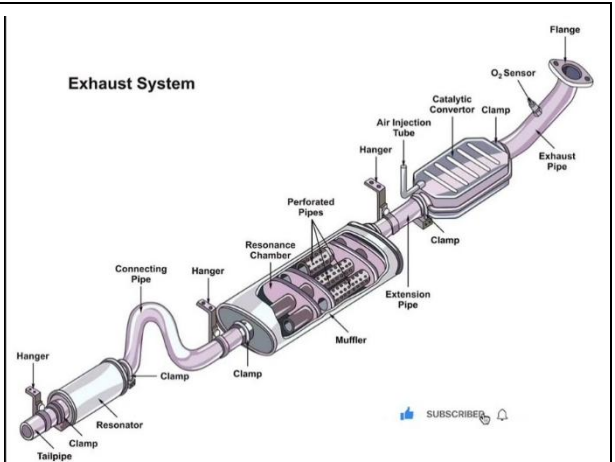
**তাপ অপসারণ:** ঘর্ষণের কারণে যে তাপ উৎপন্ন হয়, লুব্রিকেন্ট সেই তাপ শোষণ করে এবং যন্ত্রাংশগুলোকে ঠান্ডা রাখে।



## এগজস্ট সিস্টেম:

### ইঞ্জিনের এক্সজস্ট সিস্টেম (Exhaust System):

এমন একটি ব্যবস্থা যা ইঞ্জিনে জ্বালানি দহনের ফলে উৎপন্ন হওয়া গ্যাসকে ইঞ্জিন থেকে বের করে দেয়, শব্দ নিয়ন্ত্রণ করে, ক্ষতিকারক গ্যাসকে কম ক্ষতিকারক করে এবং গ্যাসকে দ্রুত বায়ুমণ্ডলে ছেড়ে দিতে সাহায্য করে। এই সিস্টেমে সাধারণত এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, ক্যাটালাইটিক কনভার্টার, মাফলার এবং পাইপ অন্তর্ভুক্ত থাকে, যা ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, জ্বালানি দক্ষতা এবং পরিবেশগত মান উন্নত করে।



## সেলফ চেক (Self Check)-১.২

### বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

১. ইঞ্জিনের হৃদয় বলা হয় কোন অংশকে?

- ক) ক্র্যাঙ্কশাফট                      খ) পিস্টন                      গ) ফ্লাই হইল                      ঘ) ক্যামশাফট

২. পিস্টন কোন অংশের ভেতরে চলে?

- ক) ক্র্যাঙ্ককেস                      খ) সিলিন্ডার                      গ) ম্যানিফোল্ড                      ঘ) ভালভ

৩. ইঞ্জিনের ইনলেট ও এক্সজস্ট পথকে কী বলা হয়?

- ক) ম্যানিফোল্ড                      খ) ক্যামশাফট                      গ) ক্র্যাঙ্কশাফট                      ঘ) ফ্লাই হইল

৪. ক্র্যাঙ্কশাফট কোন গতি উৎপন্ন করে?

- ক) রৈখিক গতি                      খ) ঘূর্ণন গতি                      গ) কম্পন গতি                      ঘ) দোলন গতি

৫. ইঞ্জিনের ভাঙ্গ খোলা ও বন্ধ করে কে?

- ক) পিস্টন                      খ) কানেক্টিং রড                      গ) ক্যামশাফট                      ঘ) ক্র্যাঙ্ককেস

### শূণ্য স্থান পূরণঃ

০৬. ইঞ্জিনের প্রধান অংশ হলো \_\_\_\_\_ ব্লক।  
০৭. পিস্টনকে ক্র্যাঙ্কশাফটের সাথে যুক্ত করে \_\_\_\_\_ রড।  
০৮. জ্বালানি-বায়ু মিশ্রণ প্রবেশ করায় \_\_\_\_\_ ম্যানিফোল্ড।  
০৯. ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি সংরক্ষণ করে \_\_\_\_\_ হইল।  
১০. ইঞ্জিনের ভালভগুলো নিয়ন্ত্রণ করে \_\_\_\_\_ শ্যাফট।

## উত্তরপত্র (Answer Key) - ১.২

বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

1. ইঞ্জিনের হৃদয় বলা হয় কোন অংশকে?

উত্তরঃ খ) পিস্টন।

2. পিস্টন কোন অংশের ভেতরে চলে?

উত্তরঃ খ) সিলিন্ডার।

3. ইঞ্জিনের ইনলেট ও এক্সহস্ট পথকে কী বলা হয়?

উত্তরঃ ক) ম্যানিফোল্ড।

4. ক্র্যাঙ্কশাফট কোন গতি উৎপন্ন করে?

উত্তরঃ খ) ঘূর্ণন গতি (Rotary Motion)।

5. ইঞ্জিনের ভাঙ্গ খোলা ও বন্ধ করে কে?

উত্তরঃ গ) ক্যামশাফট।

শূণ্য স্থান পূরণঃ

৬. ইঞ্জিনের প্রধান অংশ হলো \_\_\_\_\_ ব্লক।

উত্তরঃ সিলিন্ডার ব্লক।

7. পিস্টনকে ক্র্যাঙ্কশাফটের সাথে যুক্ত করে \_\_\_\_\_ রড।

উত্তরঃ কানেক্টিং রড।

8. জ্বালানি-বায়ু মিশ্রণ প্রবেশ করায় \_\_\_\_\_ ম্যানিফোল্ড।

উত্তরঃ ইনলেট ম্যানিফোল্ড।

9. ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি সংরক্ষণ করে \_\_\_\_\_ হইল।

উত্তরঃ ফ্লাই হইল।

10. ইঞ্জিনের ভাঙ্গগুলো নিয়ন্ত্রণ করে \_\_\_\_\_ শাফট।

উত্তরঃ ক্যামশাফট।

## জব শীট (Job Sheet) - ১.২.১

জবের নাম: ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সনাক্তকরণ।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রশিক্ষণ প্রদর্শনী পর্যবেক্ষণ: প্রশিক্ষক কর্তৃক প্রতিটি Tools ও Equipment সঠিকভাবে ব্যবহার করা।
২. নিরাপত্তা প্রত্নুতি:সেফটি ডেস সংগ্রহ করুন ও পরিধান করা।
৩. টুলস ও ইকুইপমেন্ট সংগ্রহ:স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় Tools ও Equipment সংগ্রহ করা।
৪. ইঞ্জিন পর্যবেক্ষণ:ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট/অংশগুলো ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা।
৫. কম্পোনেন্ট চিহ্নিতকরণ:ইঞ্জিনের প্রধান অংশগুলো সনাক্ত করে খাতায় নাম লিখা।
৬. যন্ত্রপাতি পরিষ্কার:ব্যবহৃত সকল যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা।
৭. যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ:কাজ শেষে সকল যন্ত্রপাতি নির্ধারিত Store-এ সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা।

### সর্তকতা:

- কাজ করার সময় অবশ্যই PPE পরিধান করা।
- সঠিক ভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করা।
- কাজের সময় অমনোযোগী না হওয়া।
- যদি বুঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নেওয়া।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ না করা।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.২.১

জবের নাম: ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সনাক্তকরণ।

### প্রয়োজনীয় পিপিপিসমূহ:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

### প্রয়োজনীয় টুলস্ এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- এলেন কি সেট
- এল-রেঞ্জ
- ওপেন এ্যান্ডেড রিং রেঞ্জ
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স

প্রয়োজনীয় মেটারিয়ালস:

- ওয়েস্ট কঁন
- ন্যাপকিন
- টিসু পেপার

ডায়াগ্রাম:

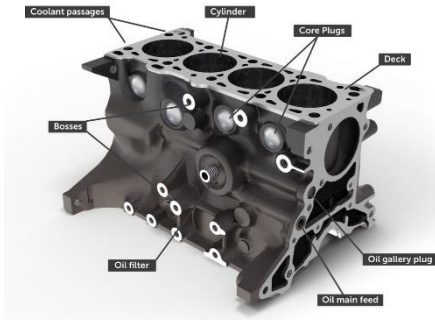








ধাপ-১ সেফটি ড্রেস সংগ্রহ করুন ও পরিধান করা



ধাপ-১ স্পেসিফিকেশন অনুসারে টুলস ও ইকুইপমেন্ট সংগ্রহ করা

ধাপ-৩ ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সমূহ চিহ্নিত করে নিচে লিখো।



	
	
	
<p>ধাপ- ৪ সকল যন্ত্রপাতি পরিস্কার করা</p>	<p>ধাপ-৫ সকল যন্ত্রপাতি স্টোর করা ।</p>

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ১.৩

শিখন ফল-৩: VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো চিহ্নিত করতে পারবে।

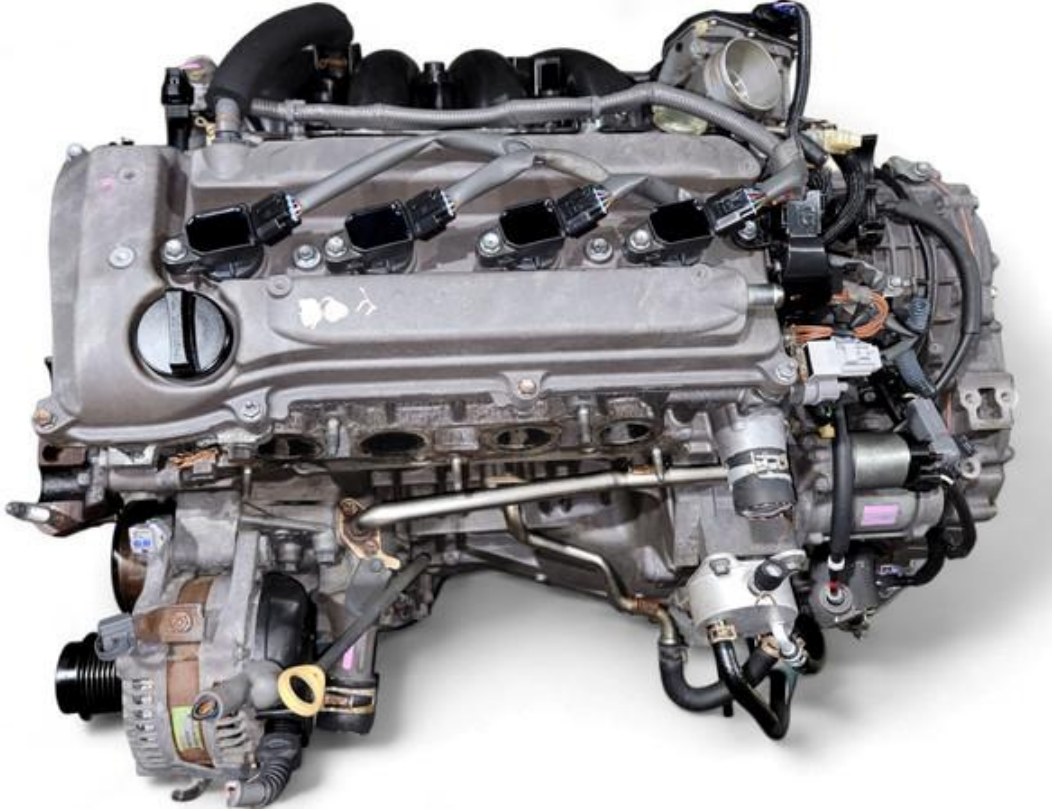
শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো সনাক্ত করা
- ✓ VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলো বর্ণনা করা

### VVTi ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানসমূহ:

VVT-i (Variable Valve Timing – intelligent) ইঞ্জিন হলো একটি আধুনিক প্রযুক্তি সম্পন্ন ইঞ্জিন, যেখানে ভালভ খোলা ও বন্ধের সময় (Valve Timing) স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। এর ফলে ইঞ্জিনের জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি, পাওয়ার আউটপুট উন্নয়ন এবং নির্গমন গ্যাস হ্রাস পায়।



চিত্র: ১৪এ৩-র ইঞ্জিন

### ১৪এ৩-র ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানসমূহ

১. সিলিন্ডার ব্লক (Cylinder Block) ইঞ্জিনের মূল কাঠামো।
২. সিলিন্ডার হেড (Cylinder Head) ভালভ ও ক্যামশাফট স্থাপন থাকে।
৩. পিস্টন (Piston) – সিলিন্ডারের ভেতরে উপরে-নিচে চলে।
৪. কানেক্টিং রড (Connecting Rod) – পিস্টনের গতি ক্র্যাঙ্কশাফটে পৌঁছায়।

৫. ক্র্যাঙ্কশাফট (Crankshaft) – রৈখিক গতি কে ঘূর্ণন গতিতে রূপান্তর করে।
৬. ক্যামশাফট (Camshaft) – ভালভ খোলা ও বন্ধ নিয়ন্ত্রণ করে।
৭. VVT-i Actuator (Camshaft Phasing Mechanism) – ক্যামশাফটের ঘূর্ণন সময় পরিবর্তন করে ভালভ টাইমিং নিয়ন্ত্রণ করে।
৮. Oil Control Valve (OCV) – VVT-i Actuator-এ তেলের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।
৯. ইনলেট ভালভ (Inlet Valve) – বায়ু/জ্বালানি মিশ্রণ সিলিন্ডারে প্রবেশ করায়।
১০. এক্সহস্ট ভালভ (Exhaust Valve) – জ্বালানি পোড়ার পর গ্যাস বের করে।
১১. টাইমিং চেইন/বেল্ট (Timing Chain/Belt) – ক্র্যাঙ্কশাফট ও ক্যামশাফটের গতি সমন্বয় করে।
১২. ফ্লাই হুইল (Flywheel) – ঘূর্ণন শক্তি সংরক্ষণ করে।
১৩. ম্যানিফোল্ড (Inlet & Exhaust Manifold) – বায়ু প্রবেশ ও গ্যাস নির্গমনের পথ।
১৪. লুব্রিকেশন সিস্টেম (Lubrication System) – চলমান অংশগুলোতে তেল সরবরাহ করে।

VVT-i ইঞ্জিনের প্রধান উপাদান ব্যাখ্যা:

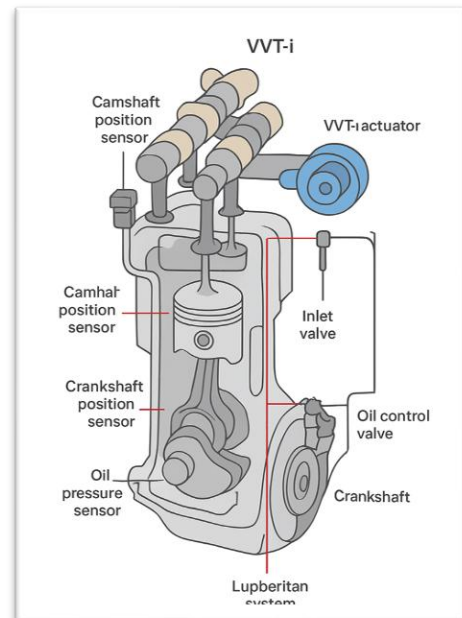
VVT-i ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলি:

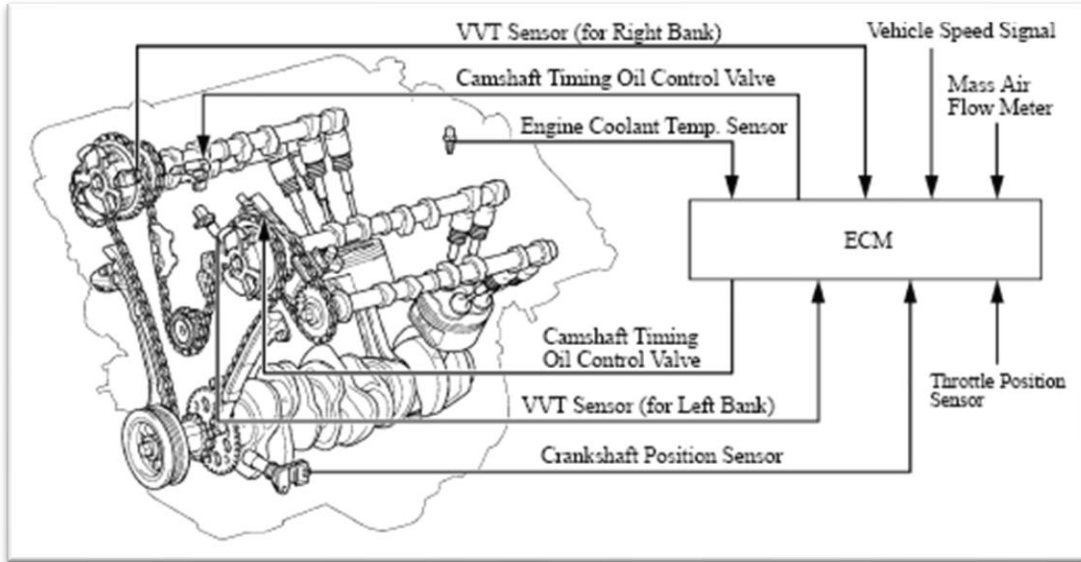
- ক্যামশ্যাফট: এটি ইঞ্জিনের এমন একটি অংশ যা ভালভ খোলার ও বন্ধ হওয়ার প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করে।
- ক্যামশ্যাফট টাইমিং কন্ট্রোল (Camshaft Timing Control): এই উপাদানটি ক্যামশ্যাফটের ঘূর্ণনের সময় পরিবর্তন করে ভালভ খোলার এবং বন্ধ হওয়ার সময়কে নিয়ন্ত্রণ করে।
- ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিট (ECU) বা ইঞ্জিন ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম: VVT-i সিস্টেমের "ইন্টেলিজেন্স" বা বুদ্ধিমত্তা আসে এই ECU থেকে। এটি ইঞ্জিনের বিভিন্ন সেন্সরের ডেটা সংগ্রহ করে এবং ভালভ টাইমিং কখন পরিবর্তন করতে হবে সে বিষয়ে সিদ্ধান্ত নেয়।
- অ্যাকচুয়েটর/সোলেনয়েড (Actuator/Solenoid): ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিট থেকে প্রাপ্ত নির্দেশ অনুযায়ী এই অংশটি ভালভ টাইমিং-এর পরিবর্তন ঘটায়।

এই উপাদানগুলি একত্রে কাজ করে VVT-i সিস্টেমকে ইঞ্জিনের বিভিন্ন RPM-এ (বার প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন) ভালভ টাইমিং সামঞ্জস্য করতে সাহায্য করে, যার ফলে উন্নত টর্ক এবং ভালো জ্বালানি সাশ্রয় পাওয়া যায়।

VVT-i সিস্টেমের বিশেষ বৈশিষ্ট্য

- ভালভ টাইমিং পরিবর্তন করে জ্বালানি সাশ্রয় করে।
- কম RPM-এ টর্ক বৃদ্ধি করে।
- হাই RPM-এ পাওয়ার আউটপুট বাড়ায়।
- কম নির্গমন গ্যাস উৎপন্ন করে।





## সেলফ চেক (Self Check)-১.৩

বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

১. VVT-i সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?

- ক) জ্বালানি খরচ বাড়ানো      খ) ভাষ টাইমিং নিয়ন্ত্রণ করা      গ) পিস্টনের গতি বাড়ানো      ঘ) ফ্লাই হইল ঘোরানো

২. VVT-i সিস্টেমে তেলের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে কোন অংশ?

- ক) ক্র্যাঙ্কশাফট      খ) ক্যামশাফট      গ) অয়েল কন্ট্রোল ভাষ (OCV)      ঘ) ফ্লাই হইল

৩. ক্যামশাফট পজিশন সেন্সরের কাজ কী?

- ক) পিস্টনের অবস্থান নির্ণয় করা      খ) ক্যামশাফটের অবস্থান নির্ণয় করা      গ) অয়েল প্রেসার মাপা      ঘ) ফ্লাই হইল নিয়ন্ত্রণ করা

৪. VVT-i সিস্টেমে অয়েল প্রেসার সেন্সর ব্যবহৃত হয় কেন?

- ক) জ্বালানি প্রবাহ মাপতে      খ) ভাষ খোলা-বন্ধ করতে      গ) তেলের চাপ পর্যবেক্ষণ করতে      ঘ) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করতে

৫. কোন সেন্সরের তথ্যের উপর নির্ভর করে VVT-i সিস্টেম কাজ করে?

- ক) ক্র্যাঙ্কশাফট পজিশন সেন্সর ও ক্যামশাফট পজিশন সেন্সর      খ) পিস্টন সেন্সর ও ফ্লাই হইল সেন্সর  
গ) ফ্যুয়েল ইনজেক্টর সেন্সর ও ব্যাটারি সেন্সর      ঘ) অলটারনেটর সেন্সর ও ব্রেক সেন্সর

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬. VVT-i সিস্টেমে Oil Control Valve (OCV) এর কাজ কী?
৭. Camshaft Position Sensor কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৮. VVT-i সিস্টেম কিভাবে জ্বালানি সাশ্রয় করে?
৯. VVT-i সিস্টেমে Crankshaft Position Sensor এর ভূমিকা লিখ।
১০. VVT-i ইঞ্জিন ও সাধারণ ইঞ্জিনের মধ্যে পার্থক্য কী?

## উত্তরপত্র (অহংবিৎ করু) - ১.৩

### বহু নির্বাচনী প্রশ্ন:

১. উত্তর: খ) ভাল্ব টাইমিং নিয়ন্ত্রণ করা
২. উত্তর: গ) অয়েল কন্ট্রোল ভাল্ব (OCV)
৩. উত্তর: খ) ক্যামশাফটের অবস্থান নির্ণয় করা
৪. উত্তর: গ) তেলের চাপ পর্যবেক্ষণ করতে
৫. উত্তর: ক) ক্র্যাঙ্কশাফট পজিশন সেন্সর ও ক্যামশাফট পজিশন সেন্সর

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬. VVT-i সিস্টেমে Oil Control Valve (OCV) এর কাজ কী?

উত্তর: OCV তেলের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে VVT-i Actuator-এ পাঠায়, যার মাধ্যমে ভাল্ব টাইমিং পরিবর্তিত হয়।

৭. Camshaft Position Sensor কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: এটি ক্যামশাফটের অবস্থান সঠিকভাবে নির্ণয় করে, যাতে ECU ঠিক সময়ে ইনলেট ও এক্সহস্ট ভাল্ব খোলা/বন্ধ করতে পারে।

৮. VVT-i সিস্টেম কিভাবে জ্বালানি সাশ্রয় করে?

উত্তর: ভাল্ব টাইমিং পরিবর্তনের মাধ্যমে ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা বাড়ায়, ফলে কম জ্বালানিতে বেশি পাওয়ার পাওয়া যায় এবং ফ্যুয়েল সাশ্রয় হয়।

৯. VVT-i সিস্টেমে Crankshaft Position Sensor এর ভূমিকা লিখ।

উত্তর: এটি ক্র্যাঙ্কশাফটের ঘূর্ণন অবস্থান জানায়, যা ECU ব্যবহার করে পিস্টনের অবস্থান বুঝে ভাল্ব টাইমিং ও ফ্যুয়েল ইনজেকশন নিয়ন্ত্রণ করে।

১০. VVT-i ইঞ্জিন ও সাধারণ ইঞ্জিনের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর: সাধারণ ইঞ্জিনে ভাল্ব টাইমিং স্থির থাকে, কিন্তু VVT-i ইঞ্জিনে ECU অনুযায়ী ভাল্ব টাইমিং পরিবর্তিত হয়। ফলে VVT-i ইঞ্জিন বেশি কার্যকর, জ্বালানি সাশ্রয়ী এবং কম নির্গমন গ্যাস উৎপন্ন করে।

## জব শীট (Job Sheet) - ১.৩.১

জবের নাম: VVT-i ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সনাক্ত করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. **প্রশিক্ষণ প্রদর্শনী পর্যবেক্ষণ:** প্রশিক্ষক কর্তৃক প্রতিটি Tools ও Equipment সঠিকভাবে ব্যবহারের প্রদর্শনী দেখুন।
২. **নিরাপত্তা প্রত্নুতি:**সেফটি ডেস সংগ্রহ করুন ও পরিধান করুন।
৩. **টুলস ও ইকুইপমেন্ট সংগ্রহ:**স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী প্রয়োজনীয় Tools ও Equipment সংগ্রহ করুন।
৪. **ইঞ্জিন পর্যবেক্ষণ:**ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট/অংশগুলো ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করুন।
৫. **কম্পোনেন্ট চিহ্নিতকরণ:**ইঞ্জিনের প্রধান অংশগুলো সনাক্ত করে খাতায় নাম লিখুন।
৬. **যন্ত্রপাতি পরিষ্কার:**ব্যবহৃত সকল যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করুন।
৭. **যন্ত্রপাতি সংরক্ষণ:**কাজ শেষে সকল যন্ত্রপাতি নির্ধারিত Store-এ সঠিকভাবে সংরক্ষণ করুন।

সর্তকতা:

- কাজ করার সময় অবশ্যই PPE পরিধান করতে হবে।
- সঠিক ভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- কাজের সময় অমনোযোগী হওয়া যাবে না।
- যদি বুঝতে সমস্যা হয় তবে শিক্ষক এর সহায়তা নিতে হবে।
- শিক্ষক এর অনুমতি ছাড়া অন্য কোনো কাজ করা যাবে না।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ১.৩.১

জবের নাম: VVT-i ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সনাক্ত করা।

প্রয়োজনীয় (PPE):

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

প্রয়োজনীয় টুলস্ এবং ইকুইপমেন্ট:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- এলেন কি সেট
- এল-রেঞ্জ

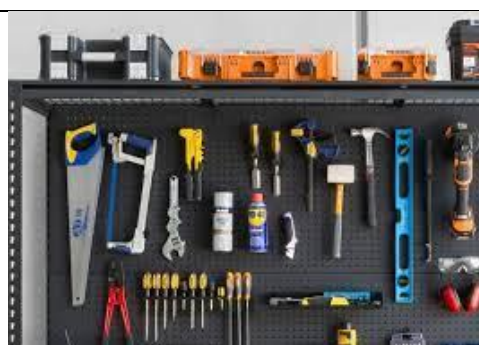
- ওপেন এ্যাভেড রিং রেঞ্জ
- কম্বিনেশন প্লয়ার্স

**প্রয়োজনীয় মেটেরিয়ালস:**

- ওয়েস্ট কঁন
- ন্যাপকিন
- টিস্যু পেপার

**ডায়াগ্রাম:**

	
<p>ধাপ-১ সেফটি ড্রেস সংগ্রহ করা ও পরিধান করা</p>	<p>ধাপ-২ স্পেসিফিকেশন অনুসারে টুলস ও ইকুইপমেন্ট সংগ্রহ করা</p>
<p>ধাপ-৩ ঠঠঞ-র ইঞ্জিনের প্রধান কম্পোনেন্ট সমূহ চিহ্নিত করে নিচে লিখো।</p>	
	



ধাপ- ৪ সকল যন্ত্রপাতি পরিস্কার করা

ধাপ-৫ সকল যন্ত্রপাতি স্টোর করা ।

## মডিউল-২

মডিউলঃ ইঞ্জিন ওভারহলিং সম্পাদন করা  
SICIP-TRA-AAM-02-O

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

## মডিউল-২

মডিউল শিরোনাম: ইঞ্জিন ওভারহোলিং সম্পাদন করা।

ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-02-O

নোমিনাল আওয়ার: ৭০ ঘন্টা।

### মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে ইঞ্জিন ওভারহোলিং সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা ও মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষভাবে ইঞ্জিন ওভারহোলিং-এর প্রকারভেদ শনাক্তকরণ, ওভারহোলিং-এর প্রয়োজনীয়তা যাচাই, ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং সম্পাদন, ইঞ্জিন মাইনর ওভারহোলিং সম্পাদন এবং ইঞ্জিন মেজর ওভারহোলিং সম্পাদন-এর কাজসমূহ অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. ইঞ্জিন ওভারহোলিং-এর প্রকারভেদ শনাক্ত করতে পারবে।
২. ওভারহোলিং-এর প্রয়োজনীয়তা যাচাই করতে পারবে।
৩. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।
৪. ইঞ্জিন মাইনর ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।
৫. ইঞ্জিন মেজর ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।

### অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. ইঞ্জিন ওভারহোলিং-এর বিভিন্ন প্রকার শনাক্ত করা ও বোঝা হয়েছে।
২. টপ ওভারহোলিং-এর প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৩. মাইনর ওভারহোলিং-এর প্রক্রিয়া শনাক্ত করা ও বোঝা হয়েছে।
৪. মেজর ওভারহোলিং-এর পদ্ধতি ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা মূল্যায়ন করে ওভারহোলিং প্রয়োজন কি না তা নির্ধারণ করা হয়েছে।
৬. ইঞ্জিনের উপাদানগুলোর অবস্থা মূল্যায়নের জন্য ডায়াগনস্টিক টেস্ট পরিচালনা করা হয়েছে।
৭. ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলোর ক্ষয়, ফাটল বা ক্ষতি আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৮. ইঞ্জিনের তেল খরচ, এক্সহস্ট নির্গমন এবং কুল্যান্ট সিস্টেমের কর্মক্ষমতা পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে।
৯. অয়েল ফিল্টারে ধাতব কণা বা দূষক পদার্থের উপস্থিতি পরীক্ষা করা হয়েছে।
১০. প্রয়োজনীয় উপাদান বিচ্ছিন্ন করে ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুত করা হয়েছে।
১১. ইঞ্জিন খুলে ক্ষয় বা ক্ষতির জন্য পরিদর্শন করা হয়েছে।
১২. সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার করে প্রয়োজনীয় মেরামত সম্পন্ন করা হয়েছে।
১৩. সংশ্লিষ্ট উপাদানগুলো ক্ষতির জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৪. পিস্টন রিং ও অন্যান্য সংশ্লিষ্ট উপাদান পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৫. গ্যাসকেট পৃষ্ঠ পরিষ্কার করে নতুন গ্যাসকেট বসানোর জন্য প্রস্তুত করা হয়েছে।
১৬. সিলিন্ডার হেড পুনরায় স্থাপন করা হয়েছে এবং পুনরায় সংযোজনের সময় নির্ধারিত টর্ক মান অনুসরণ করা হয়েছে।
১৭. ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন করা হয়েছে এবং সঠিক কার্যকারিতার জন্য টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয় করা হয়েছে।
১৮. প্রয়োজনীয় উপাদান বিচ্ছিন্ন করে ইঞ্জিনকে মাইনর ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুত করা হয়েছে।

১৯. উপাদানগুলো পরিদর্শন ও পরীক্ষা করা হয়েছে।
২০. সিলিন্ডার হেডে ফাটল, লিক বা ক্ষতি আছে কি না তা পরিদর্শন ও পরীক্ষা করা হয়েছে।
২১. ভালভের উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২২. সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয় করা হয়েছে।
২৩. ইঞ্জিন প্রস্তুত করে প্রয়োজনীয় সকল সিস্টেম থেকে বিচ্ছিন্ন করা হয়েছে।
২৪. গিয়ার বক্স এবং সকল মাউন্টিং ইঞ্জিন থেকে খুলে ফেলা হয়েছে।
২৫. নিরাপত্তা বিধি অনুসরণ করে ইঞ্জিনকে চ্যাসিস থেকে সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন করা হয়েছে।
২৬. ক্যামশ্যাফট ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২৭. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী প্রয়োজনীয় সকল ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২৮. প্রস্তুতকারকের নির্দিষ্টকরণ অনুসারে সকল উপাদান পুনরায় সংযোজন করা হয়েছে।
২৯. ফ্যাক্টরি নির্ধারিত মান অনুযায়ী টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
৩০. পুনরায় সংযোজনের পর ইঞ্জিন পরীক্ষা করা হয়েছে এবং এটি কর্মক্ষমতার মান পূরণ করছে কি না তা নিশ্চিত করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ২.১

শিখন ফল-১: ইঞ্জিন ওভারহোলিং-এর প্রকারভেদ শনাক্ত করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিন ওভারহোলিং এবং এর বিভিন্ন প্রকার বা ধরণ
- টপ ওভারহোলিং-এর প্রক্রিয়া ব্যাখ্যাকরণ
- মাইনর ওভারহোলিং-এর প্রক্রিয়া শনাক্তকরণ
- মেজর ওভারহোলিং-এর পদ্ধতি ব্যাখ্যাকরণ

### ইঞ্জিন ওভারহোলিং এবং এর প্রকার/ধরন:

ইঞ্জিন ওভারহোলিং হলো একটি পরিকল্পিত রক্ষণাবেক্ষণ প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে ক্ষয়প্রাপ্ত বা ক্ষতিগ্রস্ত যন্ত্রাংশ মেরামত, পরিবর্তন বা পুনঃসংস্কারের মাধ্যমে ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, দক্ষতা ও নির্ভরযোগ্যতা পুনরুদ্ধার করা হয়। কাজের পরিধির ভিত্তিতে ইঞ্জিন ওভারহোলিং সাধারণত **টপ ওভারহোলিং**, **মাইনর ওভারহোলিং** এবং **মেজর ওভারহোলিং**—এই তিন ভাগে বিভক্ত।

### ইঞ্জিন ওভারহোলিং-এর বিভিন্ন ধরন শনাক্তকরণ ও অনুধাবন-

ইঞ্জিন খোলার মাত্রা এবং ক্ষয় বা ত্রুটির গুরুত্ব অনুযায়ী ইঞ্জিন ওভারহোলিংকে নিম্নলিখিত ভাগে শ্রেণিবদ্ধ করা যায়-

#### ১. টপ ওভারহোলিং (Top Overhauling)

- ইঞ্জিন গাড়ি থেকে না খুলেই কেবল ইঞ্জিনের উপরের অংশ সার্ভিস করা হয়।
- প্রধানত সিলিন্ডার ব্লকের উপরের অংশ যেমন—সিলিন্ডার হেড, ভালভ ও গ্যাসকেট নিয়ে কাজ করা হয়।

#### ২. মাইনর ওভারহোলিং (Minor Overhauling)

- ইঞ্জিন আংশিকভাবে খোলা হয়।
- উপরের অংশের পাশাপাশি নিচের কিছু অংশ পরীক্ষা ও মেরামত করা হয়, তবে ইঞ্জিন সম্পূর্ণ খুলে ফেলা হয় না।

#### ৩. মেজর ওভারহোলিং (Major Overhauling)

- ইঞ্জিন সম্পূর্ণভাবে খুলে ফেলা হয়।
- ইঞ্জিনের সব যন্ত্রাংশ বিস্তারিতভাবে পরীক্ষা, পুনঃসংস্কার অথবা প্রতিস্থাপন করা হয়, যাতে ইঞ্জিন প্রায় নতুন অবস্থায় ফিরে আসে।

এই ধরনগুলো সঠিকভাবে জানা থাকলে ইঞ্জিনের অবস্থা, লক্ষণ, ব্যবহারের সময়কাল ও প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী উপযুক্ত ওভারহোলিং পদ্ধতি নির্বাচন করা সম্ভব হয়।

### টপ ওভারহলিং প্রক্রিয়া ব্যাখ্যাকরণ:

টপ ওভারহলিং মূলত সিলিন্ডার হেড এলাকার যন্ত্রাংশ মেরামতের জন্য করা হয়। এর ধাপগুলো হলো-

- ব্যাটারি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা এবং প্রয়োজন অনুযায়ী কুল্যান্ট ও ইঞ্জিন অয়েল বের করে নেওয়া।
- ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, রকার কভার এবং সিলিন্ডার হেড খুলে ফেলা।
- ভালভ, ভালভ সিট, ভালভ গাইড, ভালভ স্প্রিং ও রকার আর্ম পরীক্ষা ও সার্ভিস করা।
- ক্ষয়প্রাপ্ত বা পোড়া ভালভ এবং নষ্ট ভালভ সিল প্রতিস্থাপন করা।
- সিলিন্ডার হেডে ফাটল, বাকানো অবস্থা (ওয়্যারিং) ও কার্বন জমা পরীক্ষা করা।
- সঠিক সিলিং নিশ্চিত করতে ভালভ গ্রাইন্ডিং বা ল্যাপিং করা।
- নতুন সিলিন্ডার হেড গ্যাসকেট স্থাপন করা।
- নির্ধারিত টর্ক অনুযায়ী সব যন্ত্রাংশ পুনরায় সংযোজন করা।
- ভালভ ক্লিয়ারেন্স সমন্বয় করা এবং লিক ও কম্প্রেশন পরীক্ষা করা।

কম্প্রেশন কমে যাওয়া, অতিরিক্ত তেল খরচ, কুল্যান্ট লিক বা অতিরিক্ত কার্বন জমলে সাধারণত টপ ওভারহলিং করা হয়।

### মাইনর ওভারহলিং প্রক্রিয়া শনাক্ত ও অনুধাবন করা:

মাইনর ওভারহলিং-এ ইঞ্জিনের উপরের অংশের পাশাপাশি কিছু নিচের অংশও সার্ভিস করা হয়। সাধারণ ধাপগুলো হলো-

- টপ ওভারহলিং-এর সব কাজ সম্পন্ন করা।
- নিচের অংশে প্রবেশের জন্য অয়েল সাম্প/অয়েল প্যান খুলে ফেলা।
- পিস্টন রিং পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন করা এবং পিস্টন পরিষ্কার করা।
- কানেক্টিং রড বেয়ারিং ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট জার্নালের ক্ষয় পরীক্ষা করা।
- অয়েল পাম্পের অবস্থা পরীক্ষা করে প্রয়োজনে পরিবর্তন করা।
- টাইমিং গিয়ার বা টাইমিং চেইন ও টেনশনার পরীক্ষা করা।
- তেল লিক প্রতিরোধে সব অয়েল সিল ও গ্যাসকেট প্রতিস্থাপন করা।
- ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন করে নতুন ইঞ্জিন অয়েল ও কুল্যান্ট ভরা।

ইঞ্জিনে মাঝারি মাত্রার ক্ষয়, তেল খরচ বৃদ্ধি, নকিং শব্দ বা কর্মক্ষমতা হ্রাস পেলে মাইনর ওভারহলিং প্রয়োজন হয়।

### মেজর ওভারহলিং প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করণ:

মেজর ওভারহলিং হলো ইঞ্জিনের সম্পূর্ণ পুনঃসংস্কার প্রক্রিয়া। এর ধাপগুলো হলো-

- ইঞ্জিন সম্পূর্ণভাবে গাড়ি থেকে খুলে নেওয়া।
- ইঞ্জিনের সব যন্ত্রাংশ আলাদা করে সম্পূর্ণভাবে খোলা।
- উপযুক্ত পদ্ধতিতে সব যন্ত্রাংশ পরিষ্কার করা।
- সিলিন্ডার ব্লক, ক্র্যাঙ্কশ্যাফট, ক্যামশ্যাফট, পিস্টন, বেয়ারিং, ভালভ, অয়েল পাম্প, ফ্যুয়েল সিস্টেম ও কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করা।
- প্রিসিশন যন্ত্র ব্যবহার করে ক্ষয়ের সীমা পরিমাপ করা।
- প্রয়োজন অনুযায়ী সিলিন্ডার বোর রিবোরিং বা হোনিং করে ওভারসাইজ পিস্টন স্থাপন করা।
- ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফট গ্রাইন্ডিং বা প্রতিস্থাপন করা।
- সব ক্ষয়প্রাপ্ত যন্ত্রাংশ যেমন-বেয়ারিং, পিস্টন রিং, সিল, গ্যাসকেট ও ফাস্টেনার নতুন করে লাগানো।
- প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা ও নির্ধারিত টর্ক অনুযায়ী ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন করা।
- কম্প্রেশন টেস্ট, অয়েল প্রেসার টেস্ট এবং ট্রায়াল রানসহ ইঞ্জিন পরীক্ষা করা।

ইঞ্জিনে গুরুতর ক্ষয়, সব সিলিন্ডারে কম কম্প্রেশন, অতিরিক্ত তেল খরচ, অতিরিক্ত তাপমাত্রা বা সম্পূর্ণ কর্মক্ষমতা হ্রাস পেলে মেজর ওভারহলিং করা হয়।

## সেলফ চেক (Self Check)-২.১

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ইঞ্জিন ওভারহলিং কী?
২. টপ ওভারহলিং বলতে কী বোঝায়?
৩. টপ ওভারহলিং-এর প্রধান কাজগুলো কী কী?
৪. মাইনর ওভারহলিং কী?
৫. মাইনর ওভারহলিং-এ কোন কোন অংশ পরীক্ষা করা হয়?
৬. মেজর ওভারহলিং বলতে কী বোঝায়?
৭. মেজর ওভারহলিং-এর প্রধান ধাপগুলো কী কী?
৮. কোন ক্ষেত্রে টপ ওভারহলিংয়ের পরিবর্তে মেজর ওভারহলিং প্রয়োজন হয়?
৯. ইঞ্জিন ওভারহলিং শেষে কোন কোন পরীক্ষা করা হয়?
১০. একজন অ্যাডভান্স অটো মেকানিকের জন্য ইঞ্জিন ওভারহলিং সম্পর্কে জ্ঞান কেন গুরুত্বপূর্ণ?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-২.১

১. ইঞ্জিন ওভারহলিং কী?

**উত্তর:** ইঞ্জিন ওভারহলিং হলো ইঞ্জিনের ক্ষয়প্রাপ্ত বা নষ্ট যন্ত্রাংশ মেরামত, প্রতিস্থাপন বা পুনঃসংস্কারের মাধ্যমে ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, দক্ষতা ও নির্ভরযোগ্যতা পুনরুদ্ধারের একটি পরিকল্পিত রক্ষণাবেক্ষণ প্রক্রিয়া।

২. টপ ওভারহলিং বলতে কী বোঝায়?

**উত্তর:** টপ ওভারহলিং হলো ইঞ্জিন গাড়ি থেকে না খুলে কেবল ইঞ্জিনের উপরের অংশ, যেমন সিলিন্ডার হেড, ভালভ ও গ্যাসকেট সার্ভিস ও মেরামত করার প্রক্রিয়া।

৩. টপ ওভারহলিং-এর প্রধান কাজগুলো কী কী?

**উত্তর:** ভালভ ও ভালভ সিট পরীক্ষা ও গ্রাইন্ডিং, ভালভ সিল পরিবর্তন, সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার, হেড গ্যাসকেট প্রতিস্থাপন এবং ভালভ ক্লিয়ারেন্স সমন্বয় করা।

৪. মাইনর ওভারহলিং কী?

**উত্তর:** মাইনর ওভারহলিং হলো ইঞ্জিন আংশিকভাবে খুলে উপরের অংশের পাশাপাশি কিছু নিচের অংশ যেমন পিস্টন রিং ও বেয়ারিং পরীক্ষা ও মেরামত করার প্রক্রিয়া।

৫. মাইনর ওভারহলিং-এ কোন কোন অংশ পরীক্ষা করা হয়?

**উত্তর:** পিস্টন রিং, পিস্টন, কানেস্টিং রড বেয়ারিং, ক্র্যাঙ্কশ্যাফট জার্নাল, অয়েল পাম্প এবং টাইমিং চেইন বা গিয়ার পরীক্ষা করা হয়।

৬. মেজর ওভারহলিং বলতে কী বোঝায়?

**উত্তর:** মেজর ওভারহলিং হলো ইঞ্জিন সম্পূর্ণভাবে খুলে সব যন্ত্রাংশ পরীক্ষা, পুনঃসংস্কার ও প্রতিস্থাপন করে ইঞ্জিনকে প্রায় নতুন অবস্থায় ফিরিয়ে আনার প্রক্রিয়া।

৭. মেজর ওভারহলিং-এর প্রধান ধাপগুলো কী কী?

**উত্তর:** ইঞ্জিন খুলে নেওয়া, সম্পূর্ণ ডিসম্যান্টলিং, যন্ত্রাংশ পরিষ্কার, ক্ষয় পরিমাপ, রিবারিং বা গ্রাইন্ডিং, যন্ত্রাংশ প্রতিস্থাপন, পুনরায় সংযোজন এবং ইঞ্জিন টেস্টিং।

৮. কোন ক্ষেত্রে টপ ওভারহলিংয়ের পরিবর্তে মেজর ওভারহলিং প্রয়োজন হয়?

**উত্তর:** যখন ইঞ্জিনের প্রায় সব অংশে মারাত্মক ক্ষয় হয় এবং শুধুমাত্র উপরের অংশ মেরামত করে সমস্যার সমাধান সম্ভব নয়, তখন মেজর ওভারহলিং প্রয়োজন হয়।

৯. ইঞ্জিন ওভারহলিং শেষে কোন কোন পরীক্ষা করা হয়?

**উত্তর:** কম্প্রেশন টেস্ট, অয়েল প্রেসার টেস্ট, লিক টেস্ট এবং ট্রায়াল রান করা হয়।

১০. একজন অ্যাডভান্স অটো মেকানিকের জন্য ইঞ্জিন ওভারহলিং সম্পর্কে জ্ঞান কেন গুরুত্বপূর্ণ?

**উত্তর:** সঠিক ওভারহলিং পদ্ধতি নির্বাচন, ইঞ্জিনের আয়ু বৃদ্ধি, খরচ সাশ্রয় এবং মানসম্মত মেরামত নিশ্চিত করার জন্য এই জ্ঞান অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

## জব শিট (Job Sheet)-২.১.১

জবের নাম: ইঞ্জিন ওভারহলিং-এর ধরন চিহ্নিতকরণ ও প্রক্রিয়া অনুসরণ।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. কাজ শুরুর আগে PPE পরিধান করা এবং ওয়ার্কশপ নিরাপত্তা নিশ্চিত করা।
২. ইঞ্জিনের বাহ্যিক অবস্থা পর্যবেক্ষণ করে ওভারহলিং-এর প্রয়োজন নির্ণয় করা।
৩. ইঞ্জিন ওভারহলিং-এর ধরন (টপ, মাইনর বা মেজর) সঠিকভাবে চিহ্নিত করা।
৪. টপ ওভারহলিং-এর ক্ষেত্রে সিলিন্ডার হেড ও ভালভ সংশ্লিষ্ট অংশ শনাক্ত করা।
৫. মাইনর ওভারহলিং-এর ক্ষেত্রে পিস্টন রিং, বেয়ারিং ও অয়েল পাম্পের কাজ শনাক্ত করা।
৬. মেজর ওভারহলিং-এর ক্ষেত্রে সম্পূর্ণ ইঞ্জিন ডিসম্যান্টলিং-এর ধাপ চিহ্নিত করা।
৭. প্রতিটি ওভারহলিং-এর জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রাংশ তালিকাভুক্ত করা।
৮. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা ও টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করা।
৯. কাজ শেষে যন্ত্রপাতি পরিষ্কার ও সঠিক স্থানে সংরক্ষণ করা।
১০. ওয়ার্কপ্লেস পরিষ্কার করে কাজ সমাপ্ত করা।

### সতর্কতা:

- সব সময় সেফটি নিয়ম মেনে কাজ করতে হবে।
- ইঞ্জিন গরম অবস্থায় কাজ করা যাবে না।
- সঠিক টুলস ব্যবহার করতে হবে।
- ভারী যন্ত্রাংশ তুলতে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-২.১.১

জবের নাম: ইঞ্জিন ওভারহলিং-এর ধরন চিহ্নিতকরণ ও প্রক্রিয়া অনুসরণ।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি জুতা
- সেফটি গ্লাভস
- ওভারঅল / এপ্রন
- সেফটি গগলস
- হেলমেট (প্রয়োজনে)

### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

- স্প্যানার সেট
- সকেট ও র্যাচেট সেট
- স্ক্রু ড্রাইভার
- টর্ক রেঞ্চ
- ফিলার গেজ

- কম্প্রেশন টেস্টার
- ইঞ্জিন স্ট্যান্ড
- ক্লিনিং ব্রাশ

### প্রয়োজনীয় উপকরণ (Materials):

- গ্যাসকেট সেট
- ইঞ্জিন অয়েল
- কুল্যান্ট
- পরিষ্কার কাপড় / র্যাগ
- ক্লিনিং সলভেন্ট

### ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-২.২

### শিখন ফল-২: ওভারহোলিং-এর প্রয়োজনীয়তা যাচাই করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

#### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা মূল্যায়ন
- ইঞ্জিনের উপাদানগুলোর অবস্থা মূল্যায়নের জন্য ডায়াগনস্টিক টেস্ট
- ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলোর ক্ষয়, ফাটল বা ক্ষতি পরীক্ষাকরণ
- ইঞ্জিনের তেল খরচ, এক্সহস্ট নির্গমন এবং কুল্যান্ট সিস্টেমের কর্মক্ষমতা পর্যবেক্ষণ
- অয়েল ফিল্টারে ধাতব কণা বা দূষক পদার্থের উপস্থিতি পরীক্ষাকরণ

#### ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা/পারফরম্যান্স মূল্যায়ন:

ইঞ্জিন ওভারহোলিংয়ের প্রয়োজন নির্ধারণের প্রথম ধাপ হলো ইঞ্জিনের সামগ্রিক পারফরম্যান্স মূল্যায়ন। স্বাভাবিক কার্যপরিস্থিতিতে ইঞ্জিন কতটা দক্ষতার সঙ্গে কাজ করেছে তা যাচাই করা হয়। দুর্বল পারফরম্যান্স সাধারণত ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ ক্ষয় বা ক্ষতির ইঙ্গিত দেয়।

মূল পারফরম্যান্স সূচকসমূহ হলো:

- ইঞ্জিন শক্তি ও ত্বরন কমে যাওয়া
- স্টার্ট নিতে সমস্যা হওয়া বা বারবার বন্ধ হয়ে যাওয়া
- নকিং, ট্যাপিং বা র্যাটলিং ধরনের অস্বাভাবিক শব্দ
- চলাকালীন অতিরিক্ত কম্পন
- জ্বালানি দক্ষতা কমে যাওয়া

ইঞ্জিন আইডল ও লোড অবস্থায় চালিয়ে এসব লক্ষণ পর্যবেক্ষণ করা হয় এবং প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মানের সঙ্গে তুলনা করা হয়। পারফরম্যান্স যদি গ্রহণযোগ্য সীমার নিচে থাকে, তবে ওভারহোলিং প্রয়োজন হতে পারে।

#### ইঞ্জিনের উপাদানগুলোর/যন্ত্রাংশের অবস্থা মূল্যায়নের জন্য ডায়াগনস্টিক টেস্ট:

ডায়াগনস্টিক টেস্ট ইঞ্জিনের প্রকৃত অবস্থা সম্পর্কে নির্ভুল প্রযুক্তিগত তথ্য প্রদান করে। উপযুক্ত টুলস ও যন্ত্রপাতি ব্যবহার করে বিভিন্ন পরীক্ষা করা হয়।

#### সাধারণ ডায়াগনস্টিক টেস্টসমূহ:

- **কমপ্রেশন টেস্ট:** সিলিন্ডারের কমপ্রেশন পরিমাপ করে পিস্টন রিং, ভালভ বা সিলিন্ডার ওয়ালের ক্ষয় নির্ণয়
- **লিক-ডাউন টেস্ট:** সিলিন্ডার থেকে বাতাস লিক হচ্ছে কিনা তা শনাক্ত করে অভ্যন্তরীণ ত্রুটি নির্ধারণ
- **অয়েল প্রেসার টেস্ট:** লুব্রিকেশন সিস্টেমের কার্যকারিতা যাচাই
- **OBD/ECU স্ক্যান:** সেন্সর, ফুয়েল সিস্টেম, ইগনিশন ও ইঞ্জিন ম্যানেজমেন্ট সম্পর্কিত ত্রুটি কোড শনাক্ত

পরীক্ষার ফলাফল বিশ্লেষণ করে ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশের ক্ষয় বা ত্রুটি নির্ধারণ করা হয়, যা ওভারহলিংয়ের সিদ্ধান্তে সহায়তা করে।

**ইঞ্জিনের প্রধান উপাদানগুলোর/যন্ত্রাংশে ক্ষয়, ফাটল বা ক্ষতি আছে কিনা পরীক্ষা করা:**

প্রধান ইঞ্জিন যন্ত্রাংশগুলো সরাসরি পর্যবেক্ষণ ও শারীরিকভাবে পরীক্ষা করে তাদের অবস্থা নির্ধারণ করা হয়। এর মাধ্যমে ক্ষতির মাত্রা নিরূপণ করা সম্ভব হয়।

**পরীক্ষিত যন্ত্রাংশসমূহ:**

- সিলিন্ডার হেড ও হেড গ্যাসকেট
- পিস্টন ও পিস্টন রিং
- ক্র্যাংকশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফট
- ভালভ, ভালভ সিট ও ভালভ গাইড
- কানেক্টিং রড ও বেয়ারিং

**পর্যবেক্ষণযোগ্য লক্ষণ:**

- অতিরিক্ত ক্ষয় বা স্কোরিং
- ফাটল বা ভাঙন
- বেঁকে যাওয়া বা বিকৃতি
- অতিরিক্ত তাপের দাগ বা কার্বন জমা

যদি ক্ষতি প্রস্তুতকারকের অনুমোদিত সীমা অতিক্রম করে, তাহলে ওভারহলিং অপরিহার্য হয়ে পড়ে।

**ইঞ্জিনের তেল খরচ, এক্সহস্ট নির্গমন ও কুল্যান্ট সিস্টেমের কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ:**

তরল পদার্থের ব্যবহার ও নির্গমন পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ সমস্যার স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়।

**তেল খরচ**

- বারবার তেল যোগ করার প্রয়োজন হলে পিস্টন রিং, ভালভ সিল বা সিলিন্ডার ওয়ালের ক্ষয়ের ইঙ্গিত দেয়

**এক্সহস্ট নির্গমন**

- নীল ধোঁয়া → তেল পুড়ছে
- সাদা ধোঁয়া → কন্ডেন্সেশন চেম্বারে কুল্যান্ট প্রবেশ করছে
- কালো ধোঁয়া → অসম্পূর্ণ দহন

**কুল্যান্ট সিস্টেম**

- দৃশ্যমান লিক ছাড়াই কুল্যান্ট কমে যাওয়া
- ইঞ্জিন অতিরিক্ত গরম হওয়া
- কুল্যান্টে তেল বা তেলে কুল্যান্ট মিশে যাওয়া

এই অস্বাভাবিক লক্ষণগুলো ইঞ্জিন ওভারহলিংয়ের প্রয়োজনীয়তা নিশ্চিত করে।

**অয়েল ফিল্টারে ধাতব কণা বা দূষক পদার্থের উপস্থিতি পরীক্ষা:**

অয়েল ফিল্টার পরীক্ষা করা ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ ক্ষয় নির্ণয়ের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ।

**পরীক্ষার পদ্ধতি**

- নিরাপদভাবে ইঞ্জিন তেল নিষ্কাশন করা

- অয়েল ফিল্টার খুলে কেটে পর্যবেক্ষণ করা
- তেল ও ফিল্টার মিডিয়া পরীক্ষা করা

**অভ্যন্তরীণ ক্ষতির লক্ষণ:**

- ধাতব কণা বা শেভিংস (বেয়ারিং, পিস্টন বা ক্র্যাংকশ্যাফট থেকে)
- স্লাজ বা কার্বন জমা
- কুল্যান্ট দূষণ

ধাতব কণার উপস্থিতি গুরুতর অভ্যন্তরীণ ক্ষয়ের প্রমাণ দেয় এবং ওভারহলিংয়ের প্রয়োজনীয়তা নিশ্চিত করে।

## সেলফ চেক (Self Check)-২.২

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ইঞ্জিন ওভারহলিংয়ের প্রয়োজন নির্ধারণের প্রধান উদ্দেশ্য কী?
২. কোন কোন লক্ষণ ইঞ্জিন পারফরম্যান্স কমে যাওয়ার ইঙ্গিত দেয়?
৩. কমপ্রেশন টেস্ট কেন করা হয়?
৪. এক্সহস্ট থেকে নীল ধোঁয়া বের হলে কী বোঝায়?
৫. অয়েল ফিল্টারে ধাতব কণা পাওয়া গেলে কী সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-২.২

১. ইঞ্জিন ওভারহলিংয়ের প্রয়োজন নির্ধারণের প্রধান উদ্দেশ্য কী?  
**উত্তর:** ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশের ক্ষয়, ত্রুটি বা কার্যকারিতা হ্রাস শনাক্ত করে ইঞ্জিন মেরামত বা ওভারহলিং প্রয়োজন কিনা তা নির্ধারণ করা।
২. কোন কোন লক্ষণ ইঞ্জিন পারফরম্যান্স কমে যাওয়ার ইঙ্গিত দেয়?  
**উত্তর:** শক্তি কমে যাওয়া, স্টার্ট নিতে সমস্যা, অস্বাভাবিক শব্দ, অতিরিক্ত কম্পন এবং জ্বালানি দক্ষতা কমে যাওয়া।
৩. কমপ্রেশন টেস্ট কেন করা হয়?  
সিলিন্ডারের কমপ্রেশন যাচাই করে পিস্টন রিং, ভালভ বা সিলিন্ডার ওয়ালের ক্ষয় শনাক্ত করার জন্য।
৪. এক্সহস্ট থেকে নীল ধোঁয়া বের হলে কী বোঝায়?  
**উত্তর:** ইঞ্জিন তেল পুড়ে যাচ্ছে, যা পিস্টন রিং বা ভালভ সিলের ক্ষয়ের লক্ষণ।
৫. অয়েল ফিল্টারে ধাতব কণা পাওয়া গেলে কী সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়?  
**উত্তর:** ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশে গুরুতর ক্ষয় হয়েছে এবং ওভারহলিং প্রয়োজন।

## জব শিট (Job Sheet)-২.২.১

জবের নাম: ইঞ্জিন ও ভারহলিংয়ের প্রয়োজনীয়তা যাচাই করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ইঞ্জিন চালু করে পারফরম্যান্স পর্যবেক্ষণ করা
২. কমপ্রেসন ও লিক-ডাউন টেস্ট সম্পন্ন করা
৩. ECU/OBD স্ক্যান করে ত্রুটি কোড যাচাই করা
৪. প্রধান ইঞ্জিন যন্ত্রাংশে ক্ষয় বা ফাটল আছে কিনা পরীক্ষা করা
৫. তেল খরচ, এক্সহস্ট খোঁয়া ও কুল্যান্ট সিস্টেম পর্যবেক্ষণ করা
৬. অয়েল ফিল্টার খুলে ধাতব কণা বা দূষণ পরীক্ষা করা
৭. প্রাপ্ত ফলাফল বিশ্লেষণ করে সিদ্ধান্ত নেওয়া

### সতর্কতা:

- প্রয়োজনীয় PPE (গ্লাভস, সেফটি গগলস) ব্যবহার করতে হবে
- ইঞ্জিন ঠান্ডা হওয়ার পর পরীক্ষা করতে হবে
- ওয়ার্কশপের নিরাপত্তা বিধি অনুসরণ করতে হবে
- ব্যবহৃত তেল ও ফিল্টার পরিবেশবান্ধবভাবে নিষ্পত্তি করতে হবে

## স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-২.২.১

জবের নাম: ইঞ্জিন ও ভারহলিংয়ের প্রয়োজনীয়তা যাচাই করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি গগলস, হ্যান্ড গ্লাভস, সেফটি শূ
- প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:
- কমপ্রেসন টেস্টার, লিক-ডাউন টেস্টার, অয়েল প্রেসার গেজ, OBD স্ক্যানার, হ্যান্ড টুলস
- নিরাপত্তা নির্দেশনা:
- ইঞ্জিন ঠান্ডা অবস্থায় কাজ শুরু করতে হবে
- PPE ব্যবহার বাধ্যতামূলক
- ব্যবহৃত তেল ও ফিল্টার নির্ধারিত স্থানে ফেলতে হবে

### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

- কমপ্রেসন টেস্টার
- লিক-ডাউন টেস্টার
- অয়েল প্রেসার গেজ
- ডায়াগনস্টিক স্ক্যানার (OBD)

- সাধারণ হ্যান্ড টুলস
- অয়েল ড্ৰেন প্যান

#### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- সিলিন্ডার হেড গ্যাসকেট
- পিস্টন রিং
- বেয়ারিং
- সিল
- ভালভ
- টাইমিং চেইন/বেল্ট
- ইঞ্জিন অয়েল
- কুল্যান্ট
- অয়েল ফিল্টার
- এয়ার ফিল্টার
- স্পার্ক প্লাগ/গ্লো প্লাগ
- অন্যান্য সিল ও গ্যাসকেট কিট

#### ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-২.৩

শিখন ফল-৩: ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুতকরণ
- ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করে ক্ষয় বা ক্ষতি পরিদর্শন
- সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার করে প্রয়োজনীয় মেরামত
- সংশ্লিষ্ট উপাদানগুলো ক্ষতির জন্য পরীক্ষাকরণ
- পিস্টন রিং ও অন্যান্য সংশ্লিষ্ট উপাদান পরীক্ষাকরণ
- গ্যাসকেট পৃষ্ঠ পরিষ্কার করে নতুন গ্যাসকেট বসানোর জন্য প্রস্তুতকরণ
- সিলিন্ডার হেড পুনরায় স্থাপন ও টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করে পুনঃসংযোজন
- ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন এবং টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ

### ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুতকরণ:

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং শুরু করার আগে ইঞ্জিনকে নিরাপদ ও কার্যকরভাবে প্রস্তুত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই ধাপে ইঞ্জিনের সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন উপাদান পর্যায়ক্রমে বিচ্ছিন্ন করা হয় যাতে সিলিন্ডার হেড ও সংশ্লিষ্ট অংশগুলো সহজে খোলা এবং পরিদর্শন করা যায়।

প্রথমে যানবাহনের ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করা হয়, যাতে কাজের সময় শর্ট সার্কিট বা বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনার ঝুঁকি না থাকে। এরপর ইঞ্জিনের চারপাশ পরিষ্কার করা হয়, যাতে খোলার সময় ধুলো বা ময়লা ভেতরে প্রবেশ না করে।



পরবর্তী ধাপে এয়ার ইন্টেক সিস্টেম—এর অংশ যেমন এয়ার ফিল্টার, এয়ার ডাক্ট ও থ্রটল বডি সংযোগ খুলে নেওয়া হয়। তারপর ফ্যুয়েল সিস্টেমের সংযোগ যেমন ফ্যুয়েল লাইন, ইনজেক্টর কানেক্টর বা কার্বুরেটরের সংযোগ সতর্কতার সাথে বিচ্ছিন্ন করা হয় এবং ফ্যুয়েল লিকেজ প্রতিরোধে প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা নেওয়া হয়।

এরপর **কুলিং সিস্টেমের উপাদান** যেমন রেডিয়েটর হোস, হিটার হোস ও কুল্যান্ট সংযোগ খুলে নেওয়া হয় এবং কুল্যান্ট নির্ধারিত পাত্রে নিষ্কাশন করা হয়। একইভাবে **লুব্রিকেশন সিস্টেমের সাথে সম্পর্কিত সংযোগ ও সেন্সরগুলো** আলাদা করা হয়।

এরপর **এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, ইনটেক ম্যানিফোল্ড, স্পার্ক প্লাগ বা গ্লো প্লাগ, ইঞ্জিন সেন্সর, ওয়্যারিং হারনেস, এবং ভ্যাকুয়াম লাইনগুলো** সঠিকভাবে চিহ্নিত করে খুলে নেওয়া হয়। প্রতিটি নাট-বোল্ট ও সংযোগ আলাদা করে সংরক্ষণ করা হয় যাতে পুনরায় সংযোজনের সময় কোনো বিভ্রান্তি না হয়।

সবশেষে নিশ্চিত করা হয় যে সিলিন্ডার হেডের সাথে যুক্ত সকল প্রয়োজনীয় উপাদান সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন হয়েছে এবং ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর পরবর্তী ধাপের জন্য সম্পূর্ণভাবে প্রস্তুত রয়েছে।

### **ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করে ক্ষয় বা ক্ষতি পরিদর্শন:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং কার্যক্রমের এই ধাপে ইঞ্জিনের উপরের অংশগুলো পরিকল্পিত ও সুশৃঙ্খলভাবে খুলে নেওয়া হয় এবং প্রতিটি অংশ সতর্কতার সাথে পরিদর্শন করা হয়। প্রথমে সিলিন্ডার হেড কভার, টাইমিং কভার এবং সংশ্লিষ্ট উপাদান খুলে ফেলা হয়। এরপর ক্যামশ্যাফট, রকার আর্ম, পুশ রড, ভালভ ট্রেন ও অন্যান্য উপরের যান্ত্রিক অংশ ধাপে ধাপে ডিসঅ্যাসেম্বল করা হয়।

ডিসঅ্যাসেম্বল করার সময় প্রতিটি নাট, বোল্ট ও অংশ আলাদা করে চিহ্নিত ও সংরক্ষণ করা হয়, যাতে পুনরায় সংযোজনের সময় সঠিক অবস্থানে বসানো যায়। কোনো অংশ খুলতে গিয়ে জোর প্রয়োগ করা হয় না; বরং নির্ধারিত পদ্ধতি ও উপযুক্ত টুলস ব্যবহার করা হয়, যাতে অতিরিক্ত ক্ষতি না হয়।

ডিসঅ্যাসেম্বলি শেষে প্রতিটি অংশে **ক্ষয় (wear)** ও **ক্ষতি (damage)** আছে কি না তা গভীরভাবে পরীক্ষা করা হয়। যেমন-

- সিলিন্ডার হেডে ফাটল, বঁকে যাওয়া বা পোড়া দাগ আছে কি না দেখা হয়।
- ভালভ ও ভালভ সিটে ক্ষয়, পিটিং বা লিকেজের লক্ষণ পরীক্ষা করা হয়।
- ক্যামশ্যাফট ও রকার আর্মে অতিরিক্ত ঘষা, স্কোরিং বা টিলাভাব আছে কি না দেখা হয়।
- গ্যাসকেটের অবস্থা পরীক্ষা করে বোঝা হয় লিকেজ হয়েছে কি না।

প্রয়োজনে পরিমাপ যন্ত্র ব্যবহার করে ক্লিয়ারেন্স, ফ্ল্যাটনেস ও পরিধানের মাত্রা যাচাই করা হয় এবং তা প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মানের সাথে তুলনা করা হয়। এই পরিদর্শনের মাধ্যমে কোন অংশ পুনঃব্যবহারযোগ্য, কোন অংশ মেরামতযোগ্য এবং কোন অংশ সম্পূর্ণ পরিবর্তন করা প্রয়োজন—তা নির্ধারণ করা হয়।

এই ধাপটি সঠিকভাবে সম্পন্ন হলে ইঞ্জিনের প্রকৃত সমস্যা চিহ্নিত করা সম্ভব হয় এবং টপ ওভারহোলিং কার্যক্রম সফলভাবে সম্পাদনের ভিত্তি তৈরি হয়।

### **সিলিন্ডার হেড পরিষ্কারকরণ ও প্রয়োজনীয় মেরামত:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো সিলিন্ডার হেডকে সঠিকভাবে পরিষ্কার করা এবং প্রয়োজনীয় মেরামত সম্পন্ন করা। ইঞ্জিন থেকে সিলিন্ডার হেড খুলে নেওয়ার পর প্রথমে এর উপর জমে থাকা কার্বন, তেল, গ্রিজ, ধুলো ও

দহনজনিত আবর্জনা অপসারণ করা হয়। এ জন্য উপযুক্ত ক্লিনিং সলিউশন, ব্রাশ, স্ক্র্যাপার বা ওয়াশিং মেশিন ব্যবহার করা হয়। পরিষ্কার করার সময় খেয়াল রাখা হয় যেন কোনো অংশে আঁচড় বা ক্ষতি না হয়।

পরিষ্কার শেষে সিলিন্ডার হেডের **দহন কক্ষ, ইনটেক ও এক্সহস্ট পোর্ট**, এবং **কুল্যান্ট প্যাসেজ** ভালোভাবে পরীক্ষা করা হয়। কোথাও ফাটল, ক্ষয়, জ্বলে যাওয়া দাগ বা বিকৃতি আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। প্রয়োজনে ডাই পেনিট্র্যান্ট টেস্ট বা ফ্ল্যাটনেস চেকের মাধ্যমে সিলিন্ডার হেডের অবস্থা যাচাই করা হয়।

এরপর **ভালভ, ভালভ সিট ও ভালভ গাইড** পরীক্ষা করা হয়। ভালভে পিটিং, বেকে যাওয়া বা অতিরিক্ত ক্ষয় থাকলে তা রিপ্লেস করা হয়। ভালভ সিট ক্ষতিগ্রস্ত হলে রি-কাটিং বা গ্রাইন্ডিং করা হয় এবং ভালভ গাইড টিলা হলে তা মেরামত বা পরিবর্তন করা হয়। প্রয়োজনে ভালভ ল্যাপিং করে সঠিক সিল নিশ্চিত করা হয়।

সিলিন্ডার হেডের **গ্যাসকেট সারফেস** পরীক্ষা করে সমতলতা নিশ্চিত করা হয়। যদি সারফেসে বেকে যাওয়া বা অসমতা দেখা যায়, তবে মেশিনিং বা স্কিমিং করা হয় যাতে নতুন গ্যাসকেট সঠিকভাবে বসে এবং লিকেজ না হয়।

সবশেষে সকল মেরামত কাজ সম্পন্ন হওয়ার পর সিলিন্ডার হেড আবার পরিষ্কার করা হয় এবং নিশ্চিত করা হয় যে এটি পুনরায় সংযোজনের জন্য সম্পূর্ণ প্রস্তুত। এই ধাপে সঠিকভাবে পরিষ্কার ও মেরামত করা সিলিন্ডার হেড ইঞ্জিনের কম্প্রেশন, কর্মক্ষমতা এবং স্থায়িত্ব নিশ্চিত করে।

#### **সংশ্লিষ্ট উপাদানসমূহের ক্ষতি বা ত্রুটি পরীক্ষাকরণ/পরিদর্শন:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং কার্যক্রমে সিলিন্ডার হেড ছাড়াও এর সাথে সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন উপাদান থাকে, যেগুলোর অবস্থা ইঞ্জিনের সামগ্রিক কর্মক্ষমতার উপর সরাসরি প্রভাব ফেলে। তাই এই ধাপে সংশ্লিষ্ট সব উপাদান সতর্কতার সাথে পরিদর্শন করা হয়, যাতে কোনো ক্ষতি, ত্রুটি বা অতিরিক্ত ক্ষয় চিহ্নিত করা যায়।

প্রথমে **ভালভ ট্রেনের উপাদানসমূহ** যেমন রকার আর্ম, পুশ রড, ক্যামশ্যাফট, ভালভ স্প্রিং, রিটেইনার ও ট্যাপেট পরীক্ষা করা হয়। এগুলোর মধ্যে বেকে যাওয়া, ফাটল, অতিরিক্ত ঘর্ষণ, টিলাভাব বা অস্বাভাবিক শব্দের চিহ্ন আছে কি না তা দেখা হয়। ক্যাম লব ও রকার আর্মে স্কোরিং বা ক্ষয় থাকলে তা বিশেষভাবে লক্ষ্য করা হয়।

এরপর **টাইমিং সিস্টেমের অংশ** যেমন টাইমিং চেইন বা বেল্ট, টেনশনার, গাইড ও স্প্রকেট পরীক্ষা করা হয়। টাইমিং চেইন টিলা হয়ে গেছে কি না, বেল্টে ফাটল বা দাঁত ক্ষয় হয়েছে কি না—এসব বিষয় নিশ্চিত করা হয়। প্রয়োজন হলে ক্ষতিগ্রস্ত অংশ পরিবর্তনের সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

পাশাপাশি **ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, ভ্যাকুয়াম লাইন**, এবং **সেন্সর ও ওয়ারিং সংযোগ** পরীক্ষা করা হয়। ম্যানিফোল্ডে ফাটল বা লিকেজ এবং ভ্যাকুয়াম লাইনে কাট বা শক্ত হয়ে যাওয়ার লক্ষণ খুঁজে দেখা হয়। সেন্সর কানেক্টরে টিলাভাব বা ক্ষতি থাকলে তা ঠিক করা হয়।

এছাড়া **কুলিং সিস্টেমের উপাদান** যেমন থার্মোস্ট্যাট, হোস ও কুল্যান্ট প্যাসেজে ব্লকেজ বা লিকেজ আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। প্রয়োজন হলে পরিষ্কার বা প্রতিস্থাপন করা হয়।

এই ধাপে প্রতিটি সংশ্লিষ্ট উপাদানের অবস্থা নির্ধারণ করে কোনটি পুনঃব্যবহারযোগ্য, কোনটি মেরামতযোগ্য এবং কোনটি পরিবর্তন করা প্রয়োজন—তা নির্দিষ্ট করা হয়। সঠিকভাবে এই পরিদর্শন সম্পন্ন হলে ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং কার্যক্রম নিরাপদ, টেকসই ও সফলভাবে সম্পন্ন করা সম্ভব হয়।

#### **পিষ্টন রিং ও অন্যান্য সংশ্লিষ্ট উপাদান পরিদর্শন:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর সময় পিষ্টন রিং ও এর সাথে সম্পর্কিত উপাদানগুলোর অবস্থা পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এগুলো ইঞ্জিনের কম্প্রেশন, তেল নিয়ন্ত্রণ এবং সামগ্রিক কর্মক্ষমতার উপর সরাসরি প্রভাব ফেলে। এই ধাপে পিষ্টন রিং, পিষ্টন এবং সিলিন্ডারের উপরের অংশ সতর্কতার সাথে পরিদর্শন করা হয়।

প্রথমে পিষ্টন রিংগুলো খুলে প্রতিটি রিং আলাদাভাবে পরীক্ষা করা হয়। রিংয়ে অতিরিক্ত ক্ষয়, ভাঙন, ফাটল বা আটকে যাওয়ার লক্ষণ আছে কি না তা দেখা হয়। রিংগুলো সঠিকভাবে প্রসারিত হচ্ছে কি না এবং রিং গুঁথে ঢিলা বা জ্যাম হয়ে আছে কি না তা যাচাই করা হয়। রিংয়ের **এন্ড গ্যাপ** পরিমাপ করে তা প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মানের সাথে তুলনা করা হয়।

এরপর **পিষ্টনের অবস্থা** পরীক্ষা করা হয়। পিষ্টনের মাথায় অতিরিক্ত কার্বন জমে আছে কি না, স্কোরিং, ফাটল বা পুড়ে যাওয়ার দাগ আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। পিষ্টন গুঁড়গুলো ক্ষয়প্রাপ্ত বা বিকৃত হলে তা সঠিকভাবে পরিষ্কার বা মেরামত করা হয়।

পাশাপাশি **সিলিন্ডার ওয়ালের উপরের অংশ** পর্যবেক্ষণ করা হয়। সেখানে স্ক্যাচ, স্কোরিং, গ্লোজিং বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কি না তা দেখা হয়। প্রয়োজনে সিলিন্ডার হোনিং বা অন্যান্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা নেওয়ার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা হয়। এছাড়াও **পিষ্টন পিন ও কানেক্টিং রডের উপরের অংশ** পরীক্ষা করা হয়, যাতে ঢিলাভাব, অস্বাভাবিক ক্ষয় বা শব্দের লক্ষণ আছে কি না তা নিশ্চিত করা যায়।

এই পরিদর্শনের মাধ্যমে নির্ধারণ করা হয় কোন পিষ্টন রিং ও সংশ্লিষ্ট উপাদান পুনঃব্যবহারযোগ্য, কোনগুলো মেরামতযোগ্য এবং কোনগুলো সম্পূর্ণ নতুন করে প্রতিস্থাপন করা প্রয়োজন। সঠিকভাবে এই ধাপ সম্পন্ন হলে ইঞ্জিনের কম্প্রেশন বজায় থাকে, তেল খরচ কমে এবং ইঞ্জিনের আয়ু বৃদ্ধি পায়।

#### **গ্যাসকেট পৃষ্ঠ পরিষ্কার করে নতুন গ্যাসকেট বসানোর জন্য প্রস্তুতকরণ:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো গ্যাসকেট সারফেসকে সঠিকভাবে পরিষ্কার করা এবং নতুন গ্যাসকেট বসানোর জন্য প্রস্তুত করা। এই ধাপটি সঠিকভাবে সম্পন্ন না হলে ইঞ্জিনে তেল, কুল্যান্ট বা কম্প্রেশন লিকেজের সম্ভাবনা থাকে।

প্রথমে **পুরোনো গ্যাসকেট সম্পূর্ণভাবে অপসারণ** করা হয়। গ্যাসকেটের কোনো অংশ যেন সিলিন্ডার হেড বা ইঞ্জিন ব্লকের উপর লেগে না থাকে, সে বিষয়ে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা হয়। প্রয়োজনে গ্যাসকেট স্ক্র্যাপার বা উপযুক্ত টুল ব্যবহার করা হয়, তবে অতিরিক্ত জোর প্রয়োগ করা হয় না যাতে সারফেসে আঁচড় না লাগে।

এরপর গ্যাসকেট সারফেসে জমে থাকা **তেল, কার্বন, ময়লা ও অবশিষ্ট সিল্যান্ট** পরিষ্কার করা হয়। এ জন্য ক্লিনিং সলিউশন বা ডিগ্রিজার ব্যবহার করা হয় এবং পরিষ্কার কাপড় দিয়ে মুছে ফেলা হয়। পরিষ্কার করার সময় নিশ্চিত করা হয় যে কোনো ময়লা বা আবর্জনা ইঞ্জিনের ভেতরে প্রবেশ না করে।

পরীক্ষার শেষে গ্যাসকেট সারফেসের সমতলতা ও অবস্থা পরীক্ষা করা হয়। কোথাও ফাটল, বিকৃতি, ক্ষয় বা বঁকে যাওয়া আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। প্রয়োজনে স্ট্রেইট এজ ও ফিলার গেজ ব্যবহার করে ফ্ল্যাটনেস পরীক্ষা করা হয়। যদি সারফেস অসমতল হয়, তবে স্কিমিং বা মেশিনিং করার সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

এরপর বোল্ট হোল ও কুল্যান্ট/অয়েল প্যাসেজ পরিষ্কার করা হয়, যাতে সেখানে কোনো ময়লা বা তরল আটকে না থাকে। এতে নতুন গ্যাসকেট সঠিকভাবে বসে এবং বোল্ট টাইট করার সময় সঠিক টর্ক প্রয়োগ করা যায়।

সবশেষে নিশ্চিত করা হয় যে গ্যাসকেট সারফেস সম্পূর্ণ পরিষ্কার, শুকনো ও সমতল রয়েছে এবং নতুন গ্যাসকেট বসানোর জন্য সম্পূর্ণ প্রস্তুত। সঠিকভাবে এই ধাপ সম্পন্ন হলে নতুন গ্যাসকেট সঠিক সিল প্রদান করে, ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা ও নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়।

**সিলিন্ডার হেড পুনরায় স্থাপন ও টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করে পুনঃসংযোজন:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর এই ধাপে সিলিন্ডার হেডকে সঠিকভাবে পুনরায় স্থাপন করা এবং প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী পুনঃসংযোজন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই ধাপে সামান্য ভুল হলে গ্যাসকেট লিকেজ, কম্প্রেশন লস বা সিলিন্ডার হেড বিকৃত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

প্রথমে নিশ্চিত করা হয় যে সিলিন্ডার ব্লক ও সিলিন্ডার হেডের গ্যাসকেট সারফেস সম্পূর্ণ পরিষ্কার, শুকনো ও সমতল রয়েছে। এরপর সঠিক মডেলের নতুন সিলিন্ডার হেড গ্যাসকেট নির্ধারিত অবস্থানে বসানো হয়। গ্যাসকেট বসানোর সময় এর দিকনির্দেশ (TOP/FRONT চিহ্ন) ঠিকভাবে অনুসরণ করা হয়, যাতে তেল ও কুল্যান্ট প্যাসেজ সঠিকভাবে মিলিত হয়।

এরপর সতর্কতার সাথে সিলিন্ডার হেডটি ব্লকের উপর বসানো হয়। এই সময় খেয়াল রাখা হয় যেন গ্যাসকেট সরে না যায় বা ক্ষতিগ্রস্ত না হয়। সিলিন্ডার হেড বসানোর পর হেড বোল্ট বা নাটগুলো হাত দিয়ে প্রথমে বসানো হয়।

পুনঃসংযোজনের সময় অবশ্যই প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত টর্ক সিকোয়েন্স ও টর্ক মান অনুসরণ করা হয়। সাধারণত মাঝখান থেকে বাইরের দিকে নির্দিষ্ট ক্রমে বোল্টগুলো টাইট করা হয়, যাতে সিলিন্ডার হেড সমানভাবে বসে। টর্ক রেঞ্চ ব্যবহার করে ধাপে ধাপে (স্টেজ অনুযায়ী) টর্ক প্রয়োগ করা হয়। কোথাও অতিরিক্ত বা কম টর্ক দেওয়া হয় না।

যদি ইঞ্জিনে টর্ক-টু-ইয়েন্ড (TTY) বোল্ট ব্যবহৃত হয়, তবে প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী নির্দিষ্ট ডিগ্রি পর্যন্ত বোল্ট ঘোরানো হয় এবং প্রয়োজনে নতুন বোল্ট ব্যবহার করা হয়।

সবশেষে নিশ্চিত করা হয় যে সকল বোল্ট সঠিক টর্কে টাইট করা হয়েছে এবং সিলিন্ডার হেড দৃঢ়ভাবে স্থাপন হয়েছে। এই ধাপটি সঠিকভাবে সম্পন্ন হলে ইঞ্জিনের সিলিং, কম্প্রেশন ও দীর্ঘমেয়াদি নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত হয়।

- প্রয়োজনীয় উপাদান বিচ্ছিন্ন করে ইঞ্জিনকে মাইনর ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুত।

**ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন ও টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ:**

ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর শেষ ও অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো ইঞ্জিনের সকল অংশ সঠিকভাবে পুনরায় সংযোজন করা এবং টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয় করে ইঞ্জিনের সঠিক কার্যক্রম নিশ্চিত করা। এই ধাপে সামান্য ত্রুটি থাকলেও ইঞ্জিনের পারফরম্যান্স মারাত্মকভাবে প্রভাবিত হতে পারে।

প্রথমে সিলিন্ডার হেড স্থাপনের পর **ভালভ ট্রেনের উপাদানসমূহ** যেমন ক্যামশ্যাফট, রকার আর্ম, পুশ রড, ট্যাপেট ও ভালভ স্প্রিং সঠিক অবস্থানে বসানো হয়। এরপর ক্যামশ্যাফট কাপ ও অন্যান্য ফাস্টেনার নির্ধারিত টর্কে টাইট করা হয়। প্রয়োজন অনুযায়ী ভালভ ক্লিয়ারেন্স (ট্যাপেট ক্লিয়ারেন্স) সেট করা হয়।

এরপর **টাইমিং সিস্টেমের উপাদান** যেমন টাইমিং বেল্ট বা চেইন, স্প্রকেট, টেনশনার ও গাইড পুনরায় সংযোজন করা হয়। ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফটের **টাইমিং মার্ক** প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী সঠিকভাবে মিলিয়ে নেওয়া হয়। টাইমিং বেল্ট বা চেইন নির্ধারিত টেনশনে সেট করা হয়, যাতে এটি ঢিলা বা অতিরিক্ত টাইট না হয়।

টাইমিং সেট করার পর হাতে ঘুরিয়ে (ম্যানুয়ালি) ইঞ্জিন কয়েকবার ঘোরানো হয়, যাতে নিশ্চিত হওয়া যায় যে কোনো ভালভ পিস্টনের সাথে ধাক্কা খাচ্ছে না এবং টাইমিং মার্ক পুনরায় সঠিক অবস্থানে ফিরে আসছে। এতে টাইমিং সঠিকভাবে সেট হয়েছে কি না তা যাচাই করা যায়।

এরপর **টাইমিং কভার, সিলিন্ডার হেড কভার, ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, ফুয়েল সিস্টেম, কুলিং সিস্টেম, এবং ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ ও সেন্সর** পুনরায় সংযোজন করা হয়। সব হোস, পাইপ ও কানেক্টর ঠিকভাবে বসানো হয়েছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়।

সবশেষে ইঞ্জিন অয়েল ও কুল্যান্ট নির্ধারিত মাত্রায় ভরা হয় এবং ব্যাটারি সংযোগ পুনঃস্থাপন করা হয়। ইঞ্জিন স্টার্ট করে **আইডল স্পিড, শব্দ, ভাইব্রেশন, লিকেজ ও সতর্ক সংকেত** পর্যবেক্ষণ করা হয়। নিশ্চিত করা হয় যে ইঞ্জিন মসৃণভাবে চলছে এবং টাইমিং সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে।

## সেলফ চেক (Self Check)-২.৩

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং শুরু করার আগে কেন প্রয়োজনীয় উপাদানগুলো বিচ্ছিন্ন করা হয়?
২. ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করার সময় কী কী বিষয় পরিদর্শন করা হয়?
৩. সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য কী?
৪. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর সময় কোন কোন সংশ্লিষ্ট উপাদান পরিদর্শন করা হয়?
৫. পিস্টন রিং পরিদর্শন করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৬. গ্যাসকেট সারফেস পরিষ্কার ও প্রস্তুত না করলে কী সমস্যা হতে পারে?
৭. সিলিন্ডার হেড পুনরায় বসানোর সময় টর্ক স্পেসিফিকেশন কেন অনুসরণ করা জরুরি?
৮. ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজনের পর টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা করা কেন প্রয়োজন?
৯. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর শেষ খাপে কী কী বিষয় যাচাই করা হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-২.৩

১. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং শুরু করার আগে কেন প্রয়োজনীয় উপাদানগুলো বিচ্ছিন্ন করা হয়?

**উত্তর:** ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর আগে ব্যাটারি, এয়ার ইনটেক, ফুয়েল লাইন, কুলিং হোস ও ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয় যাতে নিরাপদে কাজ করা যায়, শর্ট সার্কিট বা দুর্ঘটনা এড়ানো যায় এবং সিলিন্ডার হেড সহজে খুলে পরিদর্শন করা সম্ভব হয়।

২. ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করার সময় কী কী বিষয় পরিদর্শন করা হয়?

**উত্তর:** ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করার সময় সিলিন্ডার হেড, ভালভ, ক্যামশ্যাফট, রকার আর্ম ও গ্যাসকেটের ক্ষয়, ফাটল, স্কোরিং বা পোড়া দাগ আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। এর মাধ্যমে কোন অংশ মেরামত বা পরিবর্তন দরকার তা নির্ধারণ করা হয়।

৩. সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য কী?

**উত্তর:** সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার করার উদ্দেশ্য হলো কার্বন, তেল ও ময়লা অপসারণ করা এবং ফাটল, বিকৃতি বা ক্ষয় শনাক্ত করা। পরিষ্কার করার পর প্রয়োজনীয় মেরামত করলে কম্প্রেশন ঠিক থাকে এবং ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

৪. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর সময় কোন কোন সংশ্লিষ্ট উপাদান পরিদর্শন করা হয়?

**উত্তর:** রকার আর্ম, পুশ রড, ক্যামশ্যাফট, ভালভ স্প্রিং, টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার, ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড এবং সেন্সরগুলো পরিদর্শন করা হয়, যাতে কোনো ক্ষতি বা অতিরিক্ত ক্ষয় থাকলে তা ঠিক করা যায়।

৫. পিস্টন রিং পরিদর্শন করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?

**উত্তর:** পিস্টন রিং ইঞ্জিনের কম্প্রেশন ও তেল নিয়ন্ত্রণ করে। রিংয়ে ক্ষয়, ভাঙন বা এন্ড গ্যাপ বেশি হলে কম্প্রেশন কমে যায় ও তেল খরচ বেড়ে যায়। তাই পিস্টন রিং ও সংশ্লিষ্ট অংশ পরিদর্শন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

৬. গ্যাসকেট সারফেস পরিষ্কার ও প্রস্তুত না করলে কী সমস্যা হতে পারে?

**উত্তর:** গ্যাসকেট সারফেস ঠিকভাবে পরিষ্কার ও প্রস্তুত না করলে তেল লিকেজ, কুল্যান্ট লিকেজ ও কম্প্রেশন লস হতে পারে। এতে ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা ও স্থায়িত্ব কমে যায়।

৭. সিলিন্ডার হেড পুনরায় বসানোর সময় টর্ক স্পেসিফিকেশন কেন অনুসরণ করা জরুরি?

**উত্তর:** টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ না করলে সিলিন্ডার হেড অসমভাবে বসতে পারে, গ্যাসকেট নষ্ট হতে পারে এবং হেড বেকে যাওয়ার ঝুঁকি থাকে। সঠিক টর্ক ইঞ্জিনের সিলিং ও নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করে।

৮. ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজনের পর টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা করা কেন প্রয়োজন?

**উত্তর:** টাইমিং সিস্টেম ঠিকভাবে সেট না হলে ভালভ ও পিস্টনের সংঘর্ষ হতে পারে, ইঞ্জিন শক্তি কমে যায় বা ইঞ্জিন স্টার্ট নাও হতে পারে। তাই টাইমিং মার্ক মিলিয়ে সঠিকভাবে টাইমিং সমন্বয় করা অত্যন্ত জরুরি।

৯. ইঞ্জিন টপ ওভারহোলিং-এর শেষ ধাপে কী কী বিষয় যাচাই করা হয়?

**উত্তর:** টাইমিং সিস্টেম, ভালভ ক্লিয়ারেন্স, লিকেজ, অস্বাভাবিক শব্দ, আইডল স্পিড এবং ইঞ্জিনের মসৃণ চলাচল যাচাই করা হয়।

## জব শিট (Job Sheet)-২.৩.১

জবের নাম: ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং এর জন্য প্রস্তুত করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুত করা
২. ব্যাটারি বিচ্ছিন্ন করা
৩. এয়ার ইনটেক, ফুয়েল লাইন, কুল্যান্ট হোস ও অন্যান্য সংযুক্ত উপাদান বিচ্ছিন্ন করা
৪. ইঞ্জিন ডিসঅ্যাসেম্বল করা ও ক্ষয়/ক্ষতি পরিদর্শন
৫. সিলিন্ডার হেড, ভালভ ট্রেন, ক্যামশ্যাফট ও সংশ্লিষ্ট অংশ খুলে ক্ষয় বা ফাটল পরীক্ষা করা
৬. সিলিন্ডার হেড পরিষ্কার ও মেরামত
৭. কার্বন ও তেল অপসারণ, ভালভ ল্যাপিং বা মেরামত করা
৮. সংশ্লিষ্ট উপাদানসমূহের পরীক্ষা
৯. রকার আর্ম, পুশ রড, ক্যামশ্যাফট, টাইমিং চেইন, সেন্সর ইত্যাদি পরিদর্শন
১০. পিস্টন রিং ও অন্যান্য উপাদান পরীক্ষা
১১. পিস্টন রিং, পিস্টন ও সিলিন্ডার ওয়াল পরিদর্শন
১২. গ্যাসকেট সারফেস পরিষ্কার ও প্রস্তুতি
১৩. পুরোনো গ্যাসকেট অপসারণ, সারফেস পরিষ্কার ও সমতলতা পরীক্ষা
১৪. সিলিন্ডার হেড পুনঃসংযোজন
১৫. নতুন গ্যাসকেট বসানো, হেড বোল্ট নির্ধারিত টর্কে টাইট করা
১৬. ইঞ্জিন পুনরায় সংযোজন ও টাইমিং পরীক্ষা
১৭. টাইমিং চেইন/বেল্ট সেট, ভালভ ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা, ইঞ্জিন স্টার্ট ও মসৃণতা যাচাই

### সতর্কতা:

- ব্যাটারি বিচ্ছিন্ন করা
- PPE ব্যবহার করা
- উপযুক্ত টুল ব্যবহার করা
- ইঞ্জিন ঠান্ডা অবস্থায় থাকলে কাজ করা
- গ্যাসকেট ও সারফেসে ক্ষতি এড়িয়ে চলা
- ভলিউম ও লেবেল অনুযায়ী ফ্লুইড নিষ্কাশন করা
- বোল্ট টর্ক সঠিকভাবে প্রয়োগ করা
- পরীক্ষা ও সমন্বয় সাবধানে করা
- কাজের এলাকা পরিচ্ছন্ন রাখা
- প্রশিক্ষকের নির্দেশনা অনুসরণ করা

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-২.৩.১

জবের নাম: ইঞ্জিনকে টপ ওভারহোলিং এর জন্য প্রস্তুত করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- গ্লাভস
- সেফটি গগলস / চশমা
- হ্যান্ড প্রোটেকশন / মাস্ক (প্রয়োজনে)
- সেফটি জুতা

### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস:

- রেঞ্চ ও সকার সেট
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্চ
- ক্লিনিং ব্রাশ ও স্ক্র্যাপার
- হোনিং টুল (প্রয়োজনে)
- ফিলার গেজ ও মাইক্রোমিটার
- ডাই পেনিট্র্যান্ট টেস্ট কিট (প্রয়োজনে)

### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- নতুন সিলিন্ডার হেড গ্যাসকেট
- নতুন পিস্টন রিং (যদি প্রয়োজন হয়)
- নতুন ভালভ গাইড / ভালভ সিট (যদি প্রয়োজন হয়)
- ক্লিনিং সলিউশন ও ডিগ্রিজার

### লে-আউট/ড্রয়িং/ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-২.৪

শিখন ফল-৪: ইঞ্জিন মাইনর ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিন-এর মাইনর ওভারহোলিং
- উপাদানগুলো পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ
- সিলিন্ডার হেডের ফাটল, লিক বা ক্ষতি পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ
- ভালভের উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ প্রতিস্থাপন
- টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ

### ইঞ্জিন-এর মাইনর ওভারহোলিং:

মাইনর ওভারহোলিং শুরু করার আগে ইঞ্জিনকে নিরাপদ ও কার্যকরভাবে প্রস্তুত করা হয়। এই ধাপে নিম্নলিখিত কাজগুলো করা হয়:



#### ১. ব্যাটারি বিচ্ছিন্নকরণ:

ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করা হয়, যাতে বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট বা দুর্ঘটনা এড়ানো যায়।

#### ২. এয়ার ইনটেক সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:

এয়ার ফিল্টার, এয়ার ডাস্ট, থ্রটল বডি ইত্যাদি আলাদা করে রাখা হয়।

#### ৩. ফ্যুয়েল সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:

ফ্যুয়েল লাইন, ইনজেক্টর বা কার্বুরেটরের সংযোগ আলাদা করা হয়। ফ্যুয়েল লিকেজ প্রতিরোধে প্রয়োজনীয় ব্যবস্থা নেওয়া হয়।

**৪. কুলিং সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:**

রেডিয়েটর হোস, হিটার হোস ও কুল্যান্ট সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়। প্রয়োজনে কুল্যান্ট নির্ধারিত পাত্রে নিষ্কাশন করা হয়।

**৫. ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ বিচ্ছিন্নকরণ:**

সেন্সর, ওয়্যারিং হারনেস এবং অন্যান্য বৈদ্যুতিক উপাদান আলাদা করে চিহ্নিত করা হয়।

**৬. অন্য সংযুক্ত উপাদান বিচ্ছিন্নকরণ:**

স্পার্ক প্লাগ, ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড এবং অন্যান্য অংশ সতর্কতার সাথে আলাদা করা হয়।

**উপাদানসমূহ পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ:**

মাইনর ওভারহোলিং-এর সময় ইঞ্জিনের উপাদানগুলো সতর্কতার সাথে পরিদর্শন করা হয়, যাতে কোনো ক্ষয়, ফাটল, বিকৃতি বা অস্বাভাবিক অবস্থার কারণে ভবিষ্যতে ইঞ্জিনে সমস্যা না হয়। এই ধাপে নিম্নলিখিত কাজগুলো করা হয়:

**১. রকার আর্ম ও পুশ রড পরীক্ষা:**

রকার আর্ম বা পুশ রডে অতিরিক্ত ক্ষয়, বাঁকা হওয়া বা স্কোরিং আছে কি না দেখা হয়। কোন অংশ দুর্বল বা ভাঙা হলে তা পরিবর্তন করা হয়।

**২. ক্যামশ্যাফট ও ক্যাম লব পরীক্ষা:**

ক্যামশ্যাফটের লব ও লোবার অংশে ঘষা বা স্কোরিং আছে কি না পরীক্ষা করা হয়। প্রয়োজনে মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা হয়।

**৩. টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা:**

টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার ও গাইড পরিদর্শন করা হয়। ঢিলা বা অতিরিক্ত টাইট চেইন/বেল্ট থাকলে তা ঠিক করা হয়।

**৪. ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড ও সংযোগ পরীক্ষা:**

ম্যানিফোল্ডে ফাটল, লিকেজ বা ব্লকেজ আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। হোস, পাইপ ও সংযোগগুলো ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কি না তা যাচাই করা হয়।

**৫. সেন্সর ও বৈদ্যুতিক সংযোগ পরীক্ষা:**

সেন্সর ও ওয়্যারিং হারনেসে ঢিলাভাব, ক্ষতি বা করোশন আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।

**৬. সুরক্ষা ও টুল ব্যবহারের সতর্কতা:**

পরীক্ষা করার সময় হ্যান্ড প্রোটেকশন ও সেফটি চশমা ব্যবহার করা উচিত। কোনো অংশে অতিরিক্ত জোর প্রয়োগ করা যাবে না।

**সিলিন্ডার হেড পরিদর্শন ও ফাটল, লিক বা ক্ষতি পরীক্ষাকরণ:**

মাইনর ওভারহোলিং-এর সময় সিলিন্ডার হেডের অবস্থা পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সিলিন্ডার হেড ইঞ্জিনের কম্প্রেশন, তাপ নিয়ন্ত্রণ এবং কর্মক্ষমতার উপর সরাসরি প্রভাব ফেলে।

**১. ফাটল পরীক্ষা:**

- সিলিন্ডার হেডে দৃশ্যমান ফাটল বা ক্ষতি আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- প্রয়োজনে ডাই পেনিট্র্যান্ট টেস্ট বা অন্য নির্ভুল পরীক্ষা ব্যবহার করে ফাটল শনাক্ত করা হয়।

**২. লিকেজ পরীক্ষা:**

- সিলিন্ডার হেডের গ্যাসকেট বা ফ্ল্যাঞ্জের আশেপাশে তেল বা কুল্যান্ট লিকেজ আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- লিকেজ থাকলে তা পরবর্তী সময়ে কম্প্রেশন লস ও অতিরিক্ত তেল/কুল্যান্ট ক্ষয় সৃষ্টি করতে পারে।

৩. ক্ষতি বা বিকৃতি পরীক্ষা:

- সিলিন্ডার হেডের সারফেসে বিকৃতি, স্কোরিং বা পোড়া দাগ আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- ফ্ল্যাটনেস বা সমতলতা যাচাই করতে স্ট্রেইট এজ ও ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়।

৪. ভালভ ও ভালভ সিট পরীক্ষা:

- ভালভের বসার অংশ বা ভালভ সিটে অতিরিক্ত ক্ষয় বা পিটিং আছে কি না দেখা হয়।
- প্রয়োজনে ক্ষতিগ্রস্ত ভালভ বা ভালভ সিট পরিবর্তন বা মেরামত করা হয়।

**ভালভের উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ প্রতিস্থাপন:**

মাইনর ওভারহোলিং-এর সময় ভালভ এবং এর সংশ্লিষ্ট উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয় যাতে ইঞ্জিনের কম্প্রেশন ও কর্মক্ষমতা ঠিক থাকে। এই ধাপে নিম্নলিখিত কার্যক্রম সম্পন্ন করা হয়:

১. ভালভ পরীক্ষা:

- ইনটেক ও এক্সহস্ট ভালভগুলো পরীক্ষা করা হয়।
- ভালভের মাথায় ফাটল, পোড়া দাগ, ক্ষয় বা বিকৃতি আছে কি না দেখা হয়।
- প্রয়োজনে ভিজুয়াল পরীক্ষা বা ফ্ল্যাটনেস পরীক্ষা করা হয়।

২. ভালভ স্প্রিং পরীক্ষা:

- স্প্রিংগুলো শক্ত ও স্থিতিশীল কি না যাচাই করা হয়।
- ঢিলা বা কমপ্রেশন হারানো স্প্রিং থাকলে তা পরিবর্তন করা হয়।

৩. ভালভ রিটেইনার ও কোলার পরীক্ষা:

- ক্ষয়, বিকৃতি বা ফাটল আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- ক্ষতিগ্রস্ত হলে নতুন রিটেইনার বা কোলার ব্যবহার করা হয়।

৪. ভালভ সিট ও গাইড পরীক্ষা:

- ভালভ সিটে অতিরিক্ত ক্ষয়, পিটিং বা লিকেজ আছে কি না দেখা হয়।
- ভালভ গাইড ঢিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত হলে তা প্রতিস্থাপন করা হয়।

৫. সমস্ত ক্ষতিগ্রস্ত অংশ পরিবর্তন:

- পরীক্ষার মাধ্যমে যে কোনো উপাদান যথাযথভাবে কাজ করছে না তা নতুন অংশ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- প্রতিস্থাপনের পর সমস্ত অংশ ঠিকভাবে বসানো হয় এবং যথাযথ সমন্বয় নিশ্চিত করা হয়।

**টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ:**

মাইনর ওভারহোলিং-এর শেষ ধাপে টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয় করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সঠিক টাইমিং নিশ্চিত না হলে ভালভ ও পিস্টনের সংঘর্ষ হতে পারে, ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা কমে যায়, এবং ভবিষ্যতে বড় ধরনের ক্ষতি হতে পারে।

১. টাইমিং মার্ক পরীক্ষা:

- ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফটের টাইমিং মার্ক প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী মিলিয়ে দেখা হয়।
- মার্কগুলো ঠিকভাবে মেলেছে কি না তা নিশ্চিত করা হয়।

২. টাইমিং চেইন/বেল্ট পরিদর্শন:

- চেইন বা বেল্ট ঢিলা বা অতিরিক্ত টাইট অবস্থান আছে কি না দেখা হয়।
- চেইন/বেল্টের দাঁত, টেনশনার ও গাইড ক্ষতিগ্রস্ত বা পরিধেয় হয়েছে কি না পরীক্ষা করা হয়।

৩. সমন্বয় ও টেনশন সেট করা:

- প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রে টেনশনার বা গাইড সমন্বয় করে চেইন/বেল্ট সঠিক টেনশনে স্থাপন করা হয়।
- টাইমিং বেল্ট থাকলে প্রয়োজন অনুযায়ী নির্দিষ্ট টর্ক ও ডিগ্রি অনুযায়ী সেট করা হয়।

৪. ম্যানুয়াল ঘূর্ণন পরীক্ষা:

- টাইমিং সেট করার পরে ক্র্যাঙ্কশ্যাফট হাতে ঘোরানো হয়।
- নিশ্চিত করা হয় যে ভালভ পিস্টনের সাথে ধাক্কা খাচ্ছে না এবং টাইমিং মার্ক পুনরায় সঠিক অবস্থানে ফিরে আসছে।

৫. ফাইনাল পরীক্ষা:

- ইঞ্জিন স্টার্ট করে আইডল স্পিড, শব্দ, ভাইব্রেশন ও লিকেজ পরীক্ষা করা হয়।
- নিশ্চিত করা হয় যে ইঞ্জিন মসৃণভাবে চলছে এবং টাইমিং সঠিকভাবে কাজ করছে।

## সেলফ চেক (Self Check)-২.৪

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ইঞ্জিনের মাইনর ওভারহোলিং কী?
২. ইঞ্জিন মাইনর ওভারহোলিং কেন প্রয়োজন হয়?
৩. ইঞ্জিনের উপাদানগুলো কীভাবে পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ করা হয়?
৪. সিলিন্ডার হেডে ফাটল বা লিক কীভাবে শনাক্ত করা হয়?
৫. সিলিন্ডার হেডে ক্ষতি থাকলে কী ধরনের সমস্যা দেখা দেয়?
৬. ভালভের উপাদানগুলো কীভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ কেন প্রতিস্থাপন করা হয়?
৭. টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-২.৪

### ১. ইঞ্জিনের মাইনর ওভারহোলিং কী?

উত্তর: ইঞ্জিন সম্পূর্ণ খুলে না ফেলে প্রয়োজনীয় অংশ খুলে পরিষ্কার, পরিদর্শন, মেরামত ও ত্রুটিপূর্ণ অংশ প্রতিস্থাপনের প্রক্রিয়াকে ইঞ্জিনের মাইনর ওভারহোলিং বলা হয়।

### ২. ইঞ্জিন মাইনর ওভারহোলিং কেন প্রয়োজন হয়?

উত্তর: ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা হ্রাস, অস্বাভাবিক শব্দ, অতিরিক্ত জ্বালানি খরচ ও খোঁয়া নির্গমন কমানোর জন্য মাইনর ওভারহোলিং প্রয়োজন হয়।

### ৩. ইঞ্জিনের উপাদানগুলো কীভাবে পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ করা হয়?

উত্তর: ভিজ্যুয়াল পরিদর্শন, মাপযন্ত্র ব্যবহার, ক্লিয়ারেন্স চেক ও কার্যক্ষমতা পরীক্ষার মাধ্যমে ইঞ্জিনের উপাদানগুলো পরিদর্শন ও পরীক্ষাকরণ করা হয়।

### ৪. সিলিন্ডার হেডে ফাটল বা লিক কীভাবে শনাক্ত করা হয়?

উত্তর: ভিজ্যুয়াল পরীক্ষা, প্রেসার টেস্ট, ডাই পেনিট্রেন্ট টেস্ট অথবা ওয়াটার লিকেজ পরীক্ষার মাধ্যমে সিলিন্ডার হেডের ফাটল বা লিক শনাক্ত করা হয়।

### ৫. সিলিন্ডার হেডে ক্ষতি থাকলে কী ধরনের সমস্যা দেখা দেয়?

উত্তর: কম্প্রেশন লস, ইঞ্জিন অতিরিক্ত গরম হওয়া, কুল্যান্ট বা তেল লিক হওয়া এবং ইঞ্জিনের শক্তি কমে যাওয়ার সমস্যা দেখা দেয়।

### ৬. ভালভের উপাদানগুলো কীভাবে পরীক্ষা করা হয় এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ কেন প্রতিস্থাপন করা হয়?

উত্তর: ভালভ ক্লিয়ারেন্স, সিট, স্প্রিং ও স্টেমের অবস্থা পরীক্ষা করা হয়। ক্ষয়প্রাপ্ত বা বাঁকা ভালভ ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা কমায়ে, তাই ত্রুটিপূর্ণ অংশ প্রতিস্থাপন করা হয়।

### ৭. টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: সঠিক সময় অনুযায়ী ভালভ ও পিস্টনের কাজ নিশ্চিত করতে টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও সমন্বয়করণ জরুরি, নাহলে ইঞ্জিন ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

## জব শিট (Job Sheet)-২.৪.১

জবের নাম: ইঞ্জিন-এর মাইনর ওভারহলিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ব্যাটারি বিচ্ছিন্ন করা
২. এয়ার ইনটেক, ফুয়েল লাইন, কুল্যান্ট হোস, স্পার্ক প্লাগ ও সেন্সর বিচ্ছিন্ন করা
৩. প্রতিটি সংযোগ চিহ্নিত করা
৪. রকার আর্ম, পুশ রড, ক্যামশ্যাফট, টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার ও গাইড পরীক্ষা
৫. ক্ষতিগ্রস্ত বা অতিরিক্ত ক্ষয়প্রাপ্ত অংশ চিহ্নিত করা
৬. ফাটল, লিকেজ বা বিকৃতি পরীক্ষা
৭. ভালভ সিট, ভালভ গাইড ও দহন কক্ষ পরীক্ষা
৮. প্রয়োজনে ক্ষতিগ্রস্ত অংশ মেরামত বা প্রতিস্থাপন
৯. ইনটেক ও এক্সহস্ট ভালভ, স্প্রিং, রিটেইনার, কোলার পরীক্ষা
১০. ক্ষতিগ্রস্ত অংশ প্রতিস্থাপন
১১. ভালভ সঠিকভাবে বসানো ও সমন্বয়
১২. ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফটের টাইমিং মার্ক পরীক্ষা
১৩. টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার ও গাইড সমন্বয়

### সতর্কতা:

১. ব্যাটারি বিচ্ছিন্ন করা
২. PPE ব্যবহার করা
৩. ইঞ্জিন ঠান্ডা অবস্থায় কাজ করা
৪. উপযুক্ত টুল ব্যবহার করা
৫. ফ্লুইড নিষ্কাশন সাবধান করা
৬. ভালভ ও সিলিন্ডার হেডে সতর্কতা অবলম্বন করা
৭. টাইমিং সিস্টেমে সতর্কতা অবলম্বন করা
৮. কাজের এলাকা পরিচ্ছন্ন রাখা
৯. প্রশিক্ষকের নির্দেশনা মেনে চলা
১০. ফায়ার সেফটি মেনে চলা

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-২.৪.১

জবের নাম: ইঞ্জিন-এর মাইনর ওভারহলিং করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- গ্লাভস
- সেফটি চশমা / গগলস
- সেফটি জুতা

- হ্যান্ড প্রোটেকশন (প্রয়োজনে)

#### প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও টুলস:

- রেঞ্চ ও সকার সেট
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্চ
- ক্লিনিং ব্রাশ ও স্ক্র্যাপার
- ফিলার গেজ ও মাইক্রোমিটার
- ডাই পেনিট্র্যান্ট টেস্ট কিট (ফাটল শনাক্তকরণের জন্য)

#### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- নতুন ভালভ বা ভালভ কম্পোনেন্ট (যদি প্রয়োজন হয়)
- ক্লিনিং সলিউশন / ডিগ্রিজার
- লুব্রিক্যান্ট অয়েল

#### লে-আউট/ড্রয়িং/ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-২.৫

শিখন ফল-৫: ইঞ্জিন মেজর ওভারহোলিং সম্পাদন করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ইঞ্জিন প্রস্তুতকরণ এবং প্রয়োজনীয় সকল সিস্টেম থেকে বিচ্ছিন্নকরণ
- গিয়ারবক্স এবং সমস্ত মাউন্টিং ডিসঅ্যাসেম্বল করা
- ইঞ্জিনকে চ্যাসিস থেকে সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন করা
- ক্যামশ্যাফট ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন
- সমস্ত প্রয়োজনীয় ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট প্রতিস্থাপন
- সকল উপাদান পুনরায় সংযোজন
- টাইমিং সিস্টেম পরিদর্শন ও প্রতিস্থাপন
- পুনঃসংযোজনের পর ইঞ্জিন পরীক্ষা করা

### ইঞ্জিন প্রস্তুতকরণ এবং প্রয়োজনীয় সকল সিস্টেম থেকে বিচ্ছিন্নকরণ:

মেজর ওভারহোলিং শুরু করার আগে ইঞ্জিনকে নিরাপদ এবং কার্যকরভাবে প্রস্তুত করা হয়। এই ধাপটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ সঠিক প্রস্তুতি ছাড়া পরবর্তী ধাপগুলোতে দুর্ঘটনা বা ইঞ্জিন ক্ষতি ঘটতে পারে।



প্রধান

### কাজগুলো-

#### ১. ব্যাটারি বিচ্ছিন্নকরণ:

- প্রথমে ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- এটি শর্ট সার্কিট বা বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করে।

#### ২. এয়ার ইনটেক সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:

- এয়ার ফিল্টার, এয়ার ডাক্ট, থ্রটল বডি ইত্যাদি বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- এতে ইঞ্জিনের উপরের অংশ সহজে খোলা যায়।

৩. ফুয়েল সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:

- ফুয়েল লাইন, ইনজেক্টর বা কার্বুরেটরের সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- ফুয়েল লিক বা দুর্ঘটনা এড়াতে সতর্কতা অবলম্বন করা হয়।

৪. কুলিং সিস্টেম বিচ্ছিন্নকরণ:

- রেডিয়েটর হোস, হিটার হোস ও কুল্যান্ট সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- প্রয়োজনে কুল্যান্ট পাত্র নিষ্কাশন করা হয়।

৫. ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ বিচ্ছিন্নকরণ:

- সেন্সর, ওয়্যারিং হারনেস, ECU বা অন্যান্য বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।

৬. অন্যান্য সংযুক্ত অংশ বিচ্ছিন্নকরণ:

- স্পার্ক প্লাগ, ইনটেক ও এক্সহস্ট ম্যানিফোল্ড, ব্র্যাকেট ও হোস্ট সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।

**গিয়ারবক্স এবং সমস্ত মাউন্টিং ডিসঅ্যাসেম্বল করা:**

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় ইঞ্জিনকে চ্যাসিস থেকে নিরাপদে আলাদা করার আগে গিয়ারবক্স এবং সমস্ত মাউন্টিং অংশ খুলে ফেলা হয়। এটি ইঞ্জিনকে স্বাধীনভাবে সরানো, পরীক্ষা ও মেরামত করার সুযোগ প্রদান করে।

**প্রধান কার্যক্রম:**

১. গিয়ারবক্স বিচ্ছিন্নকরণ:

- ইঞ্জিনের সাথে সংযুক্ত ক্লাচ হাউজিং, ফ্লাইহুইল এবং গিয়ারবক্স সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- সমস্ত বোল্ট ও ফাস্টেনার সতর্কতার সাথে খুলে আলাদা করা হয়।
- গিয়ারবক্সকে ক্ষতি থেকে রক্ষা করতে যথাযথ সাপোর্ট ব্যবহার করা হয়।

২. মাউন্টিং ডিসঅ্যাসেম্বল:

- ইঞ্জিন মাউন্টিং, ব্র্যাকেট ও সাপোর্ট বোল্ট বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- সমস্ত মাউন্টিং অংশ চিহ্নিত করে রাখা হয় যাতে পুনঃসংযোজনের সময় সঠিক স্থানে বসানো যায়।

৩. নিরাপদ হ্যান্ডলিং:

- লিফট বা ফ্রেন ব্যবহার করে ইঞ্জিন এবং গিয়ারবক্সকে সমর্থন করা হয়।
- কোনো অংশ ঝুলিয়ে বা অসমভাবে টেনে নেওয়া হলে ক্ষতি বা দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।

**ইঞ্জিনকে নিরাপদভাবে চ্যাসিস থেকে বিচ্ছিন্নকরণ:**

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় ইঞ্জিনকে চ্যাসিস থেকে আলাদা করা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। নিরাপত্তা মেনে না কাজ করলে গুরুতর দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।



## প্রধান কার্যক্রম-

### ১. নিরাপদ সমর্থন ব্যবহার:

- ইঞ্জিন লিফট, ক্রেন বা হোয়েলড জ্যাক ব্যবহার করে ইঞ্জিনকে সম্পূর্ণভাবে সমর্থন করা হয়।
- কোনো অংশ ঝুলিয়ে রাখা বা অসমভাবে টানা যায় না।

### ২. মাউন্টিং বোল্ট ও ব্র্যাকেট সরানো:

- ইঞ্জিন মাউন্টিং বোল্ট, ব্র্যাকেট এবং অন্যান্য সাপোর্ট সরানো হয়।
- প্রতিটি বোল্ট ও অংশ চিহ্নিত করে রাখা হয় যাতে পুনঃসংযোজন সময় সঠিক স্থানে বসানো যায়।

### ৩. নিরাপদ বিচ্ছিন্নকরণ প্রক্রিয়া:

- ধাপে ধাপে ইঞ্জিন চ্যাসি থেকে আলাদা করা হয়।
- সহকারী কর্মী এবং নিরাপত্তা সরঞ্জাম ব্যবহার করে ইঞ্জিন স্থানান্তর করা হয়।

### ৪. সুরক্ষা নিশ্চিতকরণ:

- ইঞ্জিন সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন হলে স্থিতিশীলভাবে রাখা হয়।
- কোনো ঝুলন্ত বা অসমর্থিত অবস্থায় রাখা যায় না।

## ক্যামশ্যাফট ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষাকরণ/পরিদর্শন ও প্রয়োজনে প্রতিস্থাপনঃ

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় ক্যামশ্যাফট এবং ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের অবস্থা পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এরা ইঞ্জিনের প্রধান চলমান অংশ এবং সঠিক কার্যক্রম নিশ্চিত করে।

## প্রধান কার্যক্রম:

### ১. ক্যামশ্যাফট পরীক্ষা:

- ক্যামশ্যাফটের লব ও লোবার অংশে ফাটল, স্কোরিং বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কি না দেখা হয়।
- লবের উচ্চতা, পৃষ্ঠ সমতলতা ও ঘর্ষণ পরীক্ষা করা হয়।
- প্রয়োজনে ক্যামশ্যাফট নতুন অংশ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।

### ২. ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষা:

- ক্র্যাঙ্ক জার্নাল, পিন এবং লোড পয়েন্টে ফাটল, স্কোরিং বা ঘষা আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের সমতলতা ও ব্যালান্স পরীক্ষা করা হয়।
- প্রয়োজনে ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ম্যানুফ্যাকচারারের স্পেসিফিকেশনের অনুযায়ী পরিবর্তন করা হয়।

### ৩. সাপোর্টিং উপাদান পরীক্ষা:

- মূল বেয়ারিং, থাস্ট প্লেট এবং অন্যান্য সহায়ক অংশ পরীক্ষা করা হয়।
- ক্ষতিগ্রস্ত বা অতিরিক্ত পরিধেয় অংশ পরিবর্তন করা হয়।

## সমস্ত প্রয়োজনীয় ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট প্রতিস্থাপন:

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় ইঞ্জিনের সকল ক্ষতিগ্রস্ত বা অতিরিক্ত পরিধেয় অংশ নতুন রিপেয়ার কিট দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়। এটি ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা, নির্ভরযোগ্যতা এবং দীর্ঘস্থায়িত্ব নিশ্চিত করে।

## প্রধান কার্যক্রম-

### ১. সিলিন্ডার হেড কিট প্রতিস্থাপন:

- ভালভ সিট, ভালভ গাইড, স্প্রিং, রিটেইনার ও অন্যান্য অংশ নতুন কিট দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।

- সমস্ত অংশ প্রস্তুতকারকের নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশনের অনুযায়ী বসানো হয়।
- ২. **পিস্টন ও পিস্টন রিং কিট প্রতিস্থাপন:**
  - পিস্টন রিং, পিন, গ্যাসকেট এবং অন্যান্য সংশ্লিষ্ট অংশ পরিবর্তন করা হয়।
  - প্রতিস্থাপনকালে রিং ফাইলিং ও পিস্টন ফিটিং প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী করা হয়।
- ৩. **গ্যাসকেট ও সিলিং কিট প্রতিস্থাপন:**
  - হেড গ্যাসকেট, ম্যানিফোল্ড গ্যাসকেট, ওয়াটার পাম্প ও অয়েল সিলিং কিট পরিবর্তন করা হয়।
  - গ্যাসকেট ঠিকভাবে বসানো হয়েছে কি না নিশ্চিত করা হয়, যাতে লিকেজ না হয়।
- ৪. **সহায়ক অংশ প্রতিস্থাপন:**
  - টেনশনার, গাইড, ওয়াটার পাম্প ও অয়েল পাম্পের প্রয়োজনীয় অংশ নতুন কিট দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।

#### সমস্ত উপাদান পুনঃসংযোজন:

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় ইঞ্জিনের সকল অংশ পুনরায় সংযোজন করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে ইঞ্জিনটি তার আসল কার্যক্ষমতা ও নির্ভরযোগ্যতা বজায় রাখবে।

#### প্রধান কার্যক্রম-

১. **বোল্ট ও ফাস্টেনার টর্ক করা:**
  - সমস্ত বোল্ট, নট এবং ফাস্টেনার ম্যানুফ্যাকচারারের টর্ক স্পেসিফিকেশনের অনুযায়ী টাইট করা হয়।
  - অতিরিক্ত বা কম টর্ক দিলে অংশ বিকৃত বা ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
২. **গ্যাসকেট ও সিলিং বসানো:**
  - হেড গ্যাসকেট, ম্যানিফোল্ড গ্যাসকেট, ওয়াটার পাম্প ও অয়েল সিলিং যথাযথভাবে বসানো হয়।
  - ফ্ল্যাটনেস ও সমতলতা পরীক্ষা করা হয়, যাতে লিকেজ না ঘটে।
৩. **ভালভ ও পিস্টন পুনঃসংযোজন:**
  - ভালভ ট্রেন, পিস্টন, পিস্টন রিং এবং সংশ্লিষ্ট অংশ ঠিকভাবে বসানো হয়।
  - সমস্ত অংশ প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী ফিটিং করা হয়।
৪. **টাইমিং সিস্টেম সংযোগ:**
  - ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফট টাইমিং মার্ক মিলিয়ে টাইমিং চেইন/বেল্ট বসানো হয়।
  - টেনশনার ও গাইড স্থাপন করা হয়।

#### টাইমিং সিস্টেম পরিদর্শন ও প্রতিস্থাপন:

মেজর ওভারহোলিং-এর সময় টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়। সঠিক টাইমিং সিস্টেম ইঞ্জিনের ভালভ ও পিস্টনের চলমান ক্রম ঠিক রাখে এবং ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করে।

#### প্রধান কার্যক্রম-

১. **টাইমিং চেইন/বেল্ট পরিদর্শন:**
  - চেইন বা বেল্টে ঢিলা বা অতিরিক্ত টাইট অবস্থান আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
  - দাঁত ক্ষতিগ্রস্ত বা পরিধেয় হয়েছে কি না চেক করা হয়।

২. টেনশনার ও গাইড পরীক্ষা:

- টেনশনার সঠিকভাবে কাজ করছে কি না দেখা হয়।
- ক্ষতিগ্রস্ত বা টিলা গাইড থাকলে তা পরিবর্তন করা হয়।

৩. প্রয়োজনীয় অংশ প্রতিস্থাপন:

- **Manufacturer Specifications** অনুযায়ী ক্ষতিগ্রস্ত চেইন, বেল্ট, টেনশনার বা গাইড প্রতিস্থাপন করা হয়।
- সঠিক টর্ক ও অবস্থানে প্রতিটি অংশ বসানো হয়।

৪. টাইমিং মার্ক মিলিয়ে সমন্বয়:

- ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ও ক্যামশ্যাফটের টাইমিং মার্ক মিলিয়ে বসানো হয়।
- নিশ্চিত করা হয় যে ভালভ এবং পিস্টনের সংঘর্ষ হবে না।

**পুনঃসংযোজনের পর ইঞ্জিন পরীক্ষা:**

মেজর ওভারহোলিং সম্পন্ন করার পর ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা পরীক্ষা করা হয়। এটি নিশ্চিত করে যে ইঞ্জিন তার পারফরম্যান্স স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কাজ করছে এবং কোনো ত্রুটি বা লিকেজ নেই।

**প্রধান কার্যক্রম-**

১. স্টার্ট এবং আইডল পরীক্ষা:

- ইঞ্জিন স্টার্ট করা হয় এবং আইডল স্পিড পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- ইঞ্জিন মসৃণভাবে চলছে কি না চেক করা হয়।

২. কম্প্রেশন টেস্ট:

- সিলিন্ডারের কম্প্রেশন পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- নিশ্চিত করা হয় যে প্রতিটি সিলিন্ডার নির্দিষ্ট কম্প্রেশন রেঞ্জে কাজ করছে।

৩. ফ্লুইড ও লিকেজ পরীক্ষা:

- ইঞ্জিন অয়েল, কুল্যান্ট ও ফ্যুয়েল লাইন লিকেজ আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- গ্যাসকেট এবং সিলিং ঠিকভাবে বসানো হয়েছে কি না নিশ্চিত করা হয়।

৪. শব্দ ও ভাইব্রেশন পর্যবেক্ষণ:

- অস্বাভাবিক শব্দ, ঝাঁকুনি বা ভাইব্রেশন আছে কি না দেখা হয়।
- সমস্যা থাকলে তা চিহ্নিত করে সমাধান করা হয়।

৫. টাইমিং ও পারফরম্যান্স পরীক্ষা:

- ভালভ ও পিস্টনের টাইমিং পরীক্ষা করা হয়।
- ইঞ্জিনের শক্তি, জ্বালানি দক্ষতা ও আউটপুট প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশনের সাথে মিলানো হয়।

## সেলফ চেক (Self Check)-২.৫

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ইঞ্জিন মেজর ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুতি নেওয়ার সময় কোন কোন সিস্টেম থেকে ইঞ্জিন বিচ্ছিন্ন করা হয়?
২. গিয়ারবক্স ও ইঞ্জিন মাউন্টিং কেন ডিসঅ্যাসেম্বল করা হয়?
৩. ইঞ্জিন চ্যাসি থেকে নিরাপদভাবে বিচ্ছিন্ন করার সময় কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়?
৪. ক্যামশ্যাফট ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষা করার মূল কারণ কী?
৫. ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট কেন প্রতিস্থাপন করা হয় এবং কীভাবে করা হয়?
৬. পুনঃসংযোজনের সময় কোন বিষয়গুলো গুরুত্বপূর্ণ?
৭. টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন কেন গুরুত্বপূর্ণ?
৮. পুনঃসংযোজনের পর ইঞ্জিন পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য কী?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-২.৫

১. ইঞ্জিন মেজর ওভারহোলিং-এর জন্য প্রস্তুতি নেওয়ার সময় কোন কোন সিস্টেম থেকে ইঞ্জিন বিচ্ছিন্ন করা হয়?

### উত্তর:

- ব্যাটারি, এয়ার ইনটেক, ফুয়েল লাইন, কুল্যান্ট হোস, স্পার্ক প্লাগ, সেন্সর ও বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- সমস্ত সংযোগ চিহ্নিত করা হয় যাতে পুনঃসংযোজনের সময় বিভ্রান্তি না হয়।

২. গিয়ারবক্স ও ইঞ্জিন মাউন্টিং কেন ডিসঅ্যাসেম্বল করা হয়?

### উত্তর:

- ইঞ্জিনকে স্বাধীনভাবে সরানোর সুবিধা নিশ্চিত করার জন্য।
- ক্লাচ, ফ্লাইহইল ও সমস্ত মাউন্টিং অংশ বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- নিরাপদ হ্যান্ডলিং ও পরবর্তী মেরামতের সুবিধা থাকে।

৩. ইঞ্জিন চ্যাসি থেকে নিরাপদভাবে বিচ্ছিন্ন করার সময় কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়?

### উত্তর:

- লিফট বা ক্রেন ব্যবহার করে ইঞ্জিন সমর্থন করা।
- ধাপে ধাপে মাউন্টিং বোল্ট ও ব্র্যাকেট খুলে আলাদা করা।
- কোনো অংশ ঝুলিয়ে বা অসমভাবে টানা যাবে না।

৪. ক্যামশ্যাফট ও ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পরীক্ষা করার মূল কারণ কী?

### উত্তর:

- এটি ইঞ্জিনের প্রধান চলমান অংশ।
- ফাটল, স্কোরিং বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কি না পরীক্ষা করতে।
- প্রয়োজনে **Manufacturer Specifications** অনুযায়ী প্রতিস্থাপন করা।

৫. ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট কেন প্রতিস্থাপন করা হয় এবং কীভাবে করা হয়?

উত্তর:

- ক্ষতিগ্রস্ত বা অতিরিক্ত পরিধেয় অংশ নতুন কিট দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- **Manufacturer Specifications** অনুযায়ী বসানো হয়।
- এতে ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা ও নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত হয়।

৬. পুনঃসংযোজনের সময় কোন বিষয়গুলো গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর:

- সমস্ত বোল্ট, নট ও ফাস্টেনার **Manufacturer's Torque Specification** অনুযায়ী টাইট করা।
- গ্যাসকেট ও সিলিং সঠিকভাবে বসানো।
- ভালভ, পিস্টন ও টাইমিং সিস্টেম ঠিকভাবে ফিট করা।

৭. টাইমিং সিস্টেম পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন কেন গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর:

- ভালভ ও পিস্টনের চলমান ক্রম ঠিক রাখার জন্য।
- টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার ও গাইডের অবস্থান পরীক্ষা ও প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- **Manufacturer/Factory Specifications** অনুযায়ী সমন্বয় করা হয়।

৮. পুনঃসংযোজনের পর ইঞ্জিন পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তর:

ইঞ্জিন পারফরম্যান্স স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী কাজ করছে কি না নিশ্চিত করা।

কম্প্রেশন, শক্তি, জ্বালানি দক্ষতা ও লিকেজ পরীক্ষা করা। অস্বাভাবিক শব্দ বা ভাইব্রেশন আছে কি না পর্যবেক্ষণ।

## জব শিট (Job Sheet)-২.৫.১

জবের নাম: ইঞ্জিন মেজর ওভারহলিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ব্যাটারি, ফুয়েল লাইন, কুল্যান্ট হোস, এয়ার ইনটেক ও বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা
২. সকল সংযোগ চিহ্নিত করা
৩. গিয়ারবক্স, ক্লাচ ও ইঞ্জিন মাউন্টিং ডিসঅ্যাসেম্বল করা
৪. নিরাপদ সাপোর্ট ব্যবহার করা
৫. ইঞ্জিন লিফট ব্যবহার করে চ্যাসি থেকে ইঞ্জিন আলাদা করা
৬. নিরাপত্তা প্রোটোকল মেনে কাজ করা
৭. ফাটল, স্কোরিং ও ক্ষয় পরীক্ষা
৮. প্রয়োজনে নতুন অংশ প্রতিস্থাপন
৯. পিস্টন রিং, গ্যাসকেট, সিলিং ও অন্যান্য কিট প্রতিস্থাপন
১০. Manufacturer Specifications অনুযায়ী ফিটিং
১১. বোল্ট ও নাট নির্ধারিত টর্কে টাইট করা
১২. গ্যাসকেট ও সিলিং সঠিকভাবে বসানো
১৩. টাইমিং চেইন/বেল্ট, টেনশনার ও গাইড পরীক্ষা
১৪. Factory Specifications অনুযায়ী সেট করা
১৫. ইঞ্জিন স্টার্ট ও আইডল পরীক্ষা
১৬. কম্প্রেশন, লিকেজ, শব্দ ও ভাইব্রেশন চেক
১৭. পারফরম্যান্স স্ট্যান্ডার্ড নিশ্চিত করা

### সতর্কতা:

১. কাজ শুরুর আগে ব্যাটারি বিচ্ছিন্ন করা
২. ইঞ্জিন ঠান্ডা অবস্থায় কাজ করা
৩. ব্যক্তিগত সুরক্ষা সরঞ্জাম (PPE) ব্যবহার করা
৪. ইঞ্জিন লিফট বা ক্রেন সঠিকভাবে ব্যবহার করা
৫. গিয়ারবক্স ও ভারী অংশ খুলতে সহায়ক নেওয়া
৬. ফুয়েল, অয়েল ও কুল্যান্ট সাবধানে নিষ্কাশন করা
৭. টাইমিং সিস্টেমে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করা
৮. সঠিক টর্ক ব্যবহার করা
৯. ছোট যন্ত্রাংশ আলাদা করে রাখা
১০. আগুন ও স্পার্ক থেকে দূরে থাকা
১১. প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করা
১২. কাজ শেষে ওয়ার্কশপ পরিষ্কার কর

## স্পেসিফিকেশন শিট (Specification Sheet)-২.৫.১

জবের নাম: ইঞ্জিন মেজর ওভারহলিং করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি গ্লাভস
- সেফটি গগলস / চশমা
- সেফটি জুতা
- ওয়ার্কিং এপ্রন

### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

- ইঞ্জিন লিফট / ফ্রেন
- রেঞ্চ ও সকেট সেট
- টর্ক রেঞ্চ
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- ফিলার গেজ
- মাইক্রোমিটার / ভার্নিয়ার ক্যালিপার
- ক্লিনিং ব্রাশ ও ডিগ্রিজার

### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ইঞ্জিন রিপেয়ার কিট
- গ্যাসকেট ও অয়েল সিল
- লুব্রিকেন্ট অয়েল
- ক্লিনিং সলিউশন

## ডায়গ্রামঃ



## মডিউল-৩

মডিউলঃ সহায়ক সার্ভিস সিস্টেমসমূহ পরিচালনা করা  
SICIP-TRA-AAM-03-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

## মডিউল-৩

মডিউল শিরোনাম: সহায়ক সার্ভিস সিস্টেমসমূহ পরিচালনা করা

ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-03-O

নোমিনাল আওয়ার: ৫০ ঘন্টা।

### মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলে সহায়ক সার্ভিস সিস্টেমসমূহ পরিচালনা করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা ও মনোভাব অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এতে বিশেষভাবে স্টার্টিং সিস্টেমের সার্ভিসিং, ফুয়েল সিস্টেমের সার্ভিসিং, কুলিং সিস্টেমের সার্ভিসিং, লুব্রিকেশন সিস্টেমের সার্ভিসিং, ইগনিশন সিস্টেমের সার্ভিসিং এবং বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সার্ভিসিং সংক্রান্ত কাজসমূহ অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

শিখন ফল: এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

১. স্টার্টিং সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।
২. ফুয়েল সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।
৩. কুলিং সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।
৪. লুব্রিকেশন সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।
৫. ইগনিশন সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।
৬. বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ

১. স্টার্টিং সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
২. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করা হয়েছে।
৪. ফুয়েল সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
৫. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৬. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করা হয়েছে।
৭. কুলিং সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
৮. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৯. ফ্যান বেল্টের টেনশন সমন্বয় করা হয়েছে।
১০. রেডিয়েটর ও ইঞ্জিন ফ্লাশিং সম্পন্ন করা হয়েছে।
১১. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করা হয়েছে।
১২. লুব্রিকেশন সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
১৩. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
১৪. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করা হয়েছে।
১৫. ইগনিশন সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলো শনাক্ত করা হয়েছে।
১৬. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
১৭. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন করা হয়েছে।
১৮. রিলে, ফিউজ এবং ফিউজ বক্স পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৯. সঠিকভাবে কাজ নিশ্চিত করার জন্য ত্রুটিযুক্ত যেকোনো উপাদান মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।

২০. ECU (Engine Control Unit)/ECM (Engine Control Module) এবং BCM (Body Control Module) পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২১. ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর/কনডেন্সার ও আইসি (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট) পরীক্ষা করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.১

শিখন ফল-১: স্টার্টিং সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

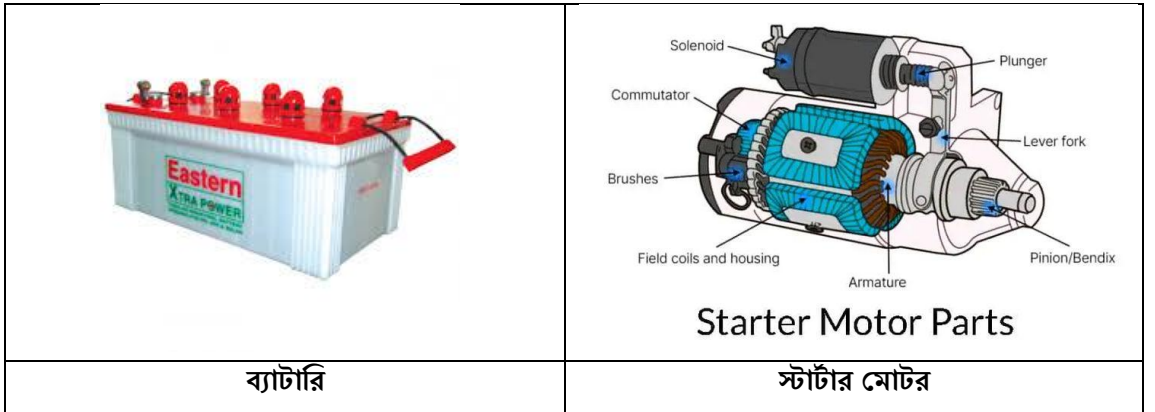
- স্টার্টিং সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি
- প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ ও প্রয়োজনে পরিবর্তন

### স্টার্টিং সিস্টেম

স্টার্টিং সিস্টেম হলো একটি বৈদ্যুতিক সিস্টেম যা একটি গাড়ির ইঞ্জিন চালু করার জন্য ক্র্যাঙ্ক করে। এতে একটি ব্যাটারি, স্টার্টার মোটর, সোলেনয়েড, ইগনিশন সুইচ এবং কেবল অন্তর্ভুক্ত থাকে যা ব্যাটারির বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে ইঞ্জিন চালু করে। ইগনিশন সুইচ সক্রিয় হলে, ব্যাটারির বিদ্যুৎ স্টার্টার মোটরে যায়, যা ইঞ্জিন ক্র্যাঙ্ক করে এবং অভ্যন্তরীণ দহন প্রক্রিয়া শুরু করে।

### স্টার্টিং সিস্টেমের উপাদানসমূহ-

- **ব্যাটারি:** স্টার্টিং সিস্টেমের জন্য প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎ সরবরাহ করে।
- **স্টার্টার মোটর:** এটি একটি বৈদ্যুতিক মোটর যা ইঞ্জিনকে চালু করার জন্য ফ্লাইহুইলকে ঘুরিয়ে দেয়।
- **স্টার্টার সোলেনয়েড:** এটি একটি ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক সুইচ যা স্টার্টার মোটরের মধ্যে থাকা একটি পাওয়ার সুইচ নিয়ন্ত্রণ করে।
- **ইগনিশন সুইচ:** ড্রাইভার কর্তৃক পরিচালিত একটি সুইচ যা স্টার্টিং সিস্টেমকে সক্রিয় করে।
- **কেবল এবং তার:** উপাদানগুলোকে একে অপরের সাথে সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে।



	
<u>স্টার্টার সোলেনয়েড</u>	<u>ইগনিশন সুইচ</u>
	
<u>কেবল এবং তার</u>	

#### এটি যেভাবে কাজ করে:

১. আপনি যখন ইগনিশন চাবি ঘোরান, তখন ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ ইগনিশন সুইচের মাধ্যমে স্টার্টার সোলেনয়েডে যায়।
২. সোলেনয়েড তখন একটি পাওয়ার সুইচ চালু করে, যা স্টার্টার মোটরকে উচ্চ বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করে।
৩. স্টার্টার মোটর সক্রিয় হয় এবং একটি ছোট গিয়ার (পিনিয়ন) দিয়ে ইঞ্জিন ক্র্যাঙ্ক করে।
৪. মোটর চালু হলে এটি ফ্লাইহুইলের সাথে যুক্ত হয়ে ইঞ্জিনটিকে ঘুরিয়ে দেয়।
৫. ইঞ্জিন চালু হয়ে গেলে, স্টার্টার মোটরের পাওয়ার বন্ধ করে দেওয়া হয়, কারণ ইঞ্জিন নিজেই চলতে শুরু করে।

#### স্টার্টিং সিস্টেমের প্রধান উপাদান পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

স্টার্টিং সিস্টেম হলো ইঞ্জিন চালু করার জন্য ব্যবহৃত একটি গুরুত্বপূর্ণ সিস্টেম। এর প্রধান উপাদানসমূহ হলো:

##### ১. ব্যাটারি (Battery)

- **পরীক্ষা:** ভোল্টেজ মাল্টিমিটার দিয়ে মাপা হয় (সাধারণত 12.4V – 12.7V ভালো অবস্থায় থাকে)। টার্মিনাল, তার এবং কানেকশন ঢিলা বা জং ধরা কিনা দেখা হয়।
- **প্রতিস্থাপন:** ব্যাটারি দুর্বল/ক্ষতিগ্রস্ত হলে নতুন ব্যাটারি প্রতিস্থাপন করা হয়।

##### ২. স্টার্টার মোটর (Starter Motor)

- **পরীক্ষা:** মোটর ঘোরে কিনা ও পর্যাপ্ত গতি/টর্ক দেয় কিনা তা দেখা হয়। ব্রাশ, কমিউটেটর ও আর্মেচার টেস্ট করা হয়।
- **প্রতিস্থাপন:** ত্রুটিযুক্ত স্টার্টার মোটর প্রতিস্থাপন বা রিওয়াইন্ডিং করা হয়।

### ৩. স্টার্টার সোলেনয়েড / রিলে (Solenoid / Relay)

- পরীক্ষা: ইগনিশন সুইচ চালু করলে “ক্লিক” শব্দ হয় কিনা পরীক্ষা করা হয়, কানেকশন শর্ট/ওপেন আছে কিনা টেস্টার দিয়ে দেখা হয়।
- প্রতিস্থাপন: কাজ না করলে নতুন সোলেনয়েড বা রিলে প্রতিস্থাপন করা হয়।

### ৪. ইগনিশন সুইচ (Ignition Switch)

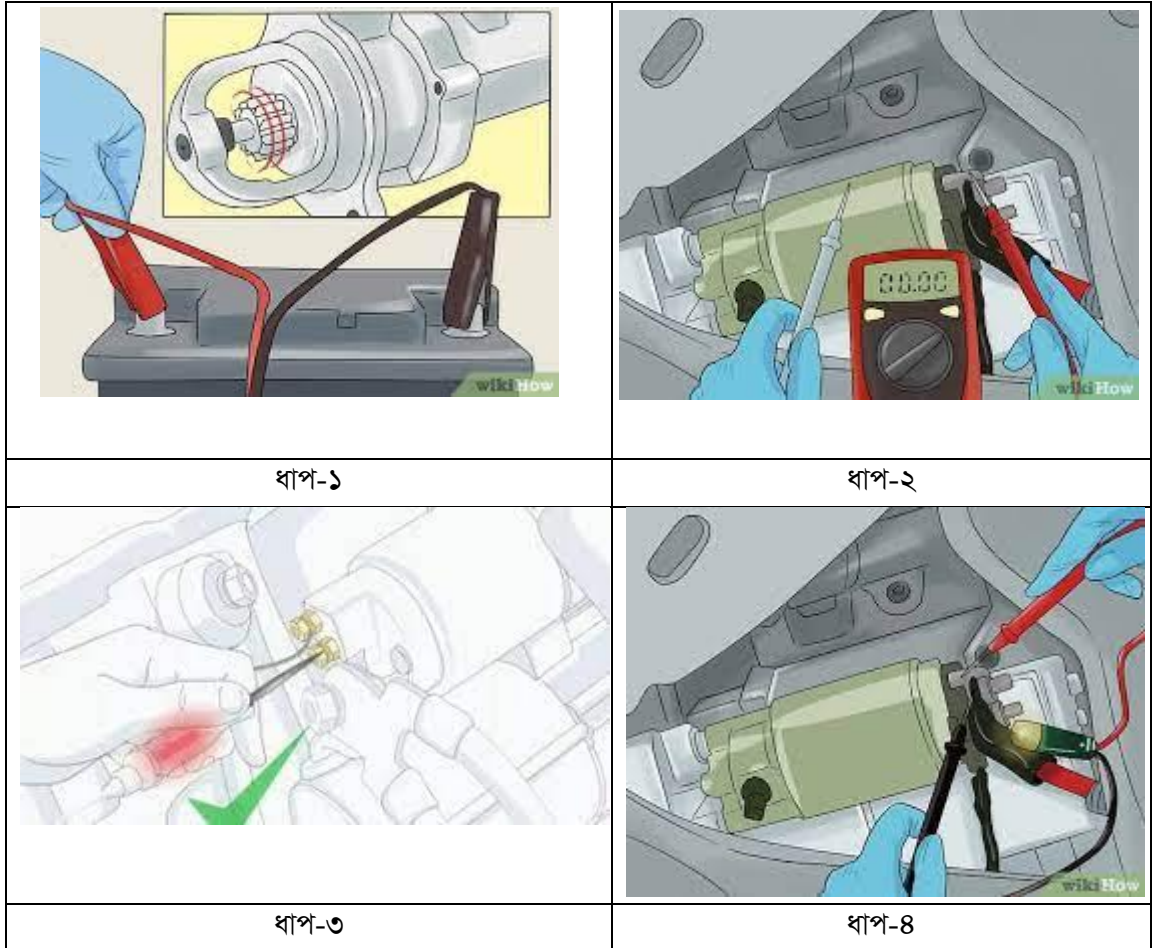
- পরীক্ষা: সুইচ ঘোরালে বিদ্যুৎ সাপ্লাই সঠিকভাবে যাচ্ছে কিনা চেক করা হয়।
- প্রতিস্থাপন: ক্ষতিগ্রস্ত বা নষ্ট হলে নতুন সুইচ লাগানো হয়।

### ৫. তার ও কানেকশন (Wiring & Connections)

- পরীক্ষা: তারে কাটাছেঁড়া, শর্ট সার্কিট বা লুজ কানেকশন আছে কিনা দেখা হয়।
- প্রতিস্থাপন: নষ্ট বা ক্ষতিগ্রস্ত তার পরিবর্তন করা হয়।

### ৬. ফিউজ ও ফিউজেবল লিঙ্ক (Fuse & Fusible Link)

- পরীক্ষা: ফিউজ ব্লো হয়েছে কিনা মাল্টিমিটার বা ভিজ্যুয়ালি চেক করা হয়।
- প্রতিস্থাপন: সঠিক রেটিং এর নতুন ফিউজ প্রতিস্থাপন করা হয়।





ধাপ-৫



ধাপ-৬



ধাপ-৭



## উওরপত্র (অহংবিং কব্ব)-৩.১

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. খ) ব্যাটারি
২. খ) ইঞ্জিন চালু করার জন্য ক্র্যাঙ্কশ্যাফট ঘোরানো
৩. গ) মাল্টিমিটার
৪. খ) স্টার্টার মোটর ও বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ
৫. গ) সোলেনয়েড

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬. ব্যাটারি, স্টার্টার মোটর, সোলেনয়েড/রিলে, ইগনিশন সুইচ, তার/কানেকশন ও ফিউজ।
৭. মাল্টিমিটার দিয়ে ভোল্টেজ মাপা হয়। ভালো ব্যাটারির ভোল্টেজ সাধারণত 12.4V – 12.7V থাকে।
৮. ইগনিশন সুইচ চালু করলে “ক্লিক” শব্দ শোনা যায় না এবং স্টার্টার মোটর ঘুরে না।
৯. কারণ, সুইচ থেকে স্টার্টার মোটর ও বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ যাবে না।
১০. পুরোনো ফিউজ খুলে সঠিক রেটিং এর নতুন ফিউজ বসাতে হয়।

## জব শীট (Job Sheet)-৩.১.১

জবের নাম: নিরাপত্তা নিয়ম মেনে স্টার্টিং সিস্টেম পরীক্ষা করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ব্যাটারির ভোল্টেজ পরীক্ষা করা।
২. ব্যাটারির টার্মিনাল পরিষ্কার ও শক্তভাবে লাগানো আছে কিনা তা পরীক্ষা করা।
৩. ইগনিশন সুইচ ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা দেখা।
৪. স্টার্টার মোটর ও সোলেনয়েড এর সংযোগ পরীক্ষা করা।
৫. প্রয়োজন অনুযায়ী ব্যাটারি চার্জ দেওয়া বা প্রতিস্থাপন করা।
৬. স্টার্টিং সিস্টেম পুনরায় টেস্ট করে নিশ্চিত হওয়া।

### সতর্কতা:

- কাজ শুরু করার আগে ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল খুলে ফেলতে হবে।
- শর্ট সার্কিট এড়ানোর জন্য মেটালিক টুলস ব্যাটারির টার্মিনালে না লাগানো।
- ব্যাটারির এসিড চোখে বা হাতে লাগলে সাথে সাথে পানি দিয়ে ধুতে হবে।
- বৈদ্যুতিক অংশে কাজ করার সময় শূন্য হাত ব্যবহার করতে হবে।
- ব্যাটারি চার্জ করার সময় খোলা আগুন বা স্পার্ক থেকে দূরে থাকতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৩.১.১

জবের নাম: নিরাপত্তা নিয়ম মেনে স্টার্টিং সিস্টেম পরীক্ষা করা।

### প্রয়োজনীয় (PPE):

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

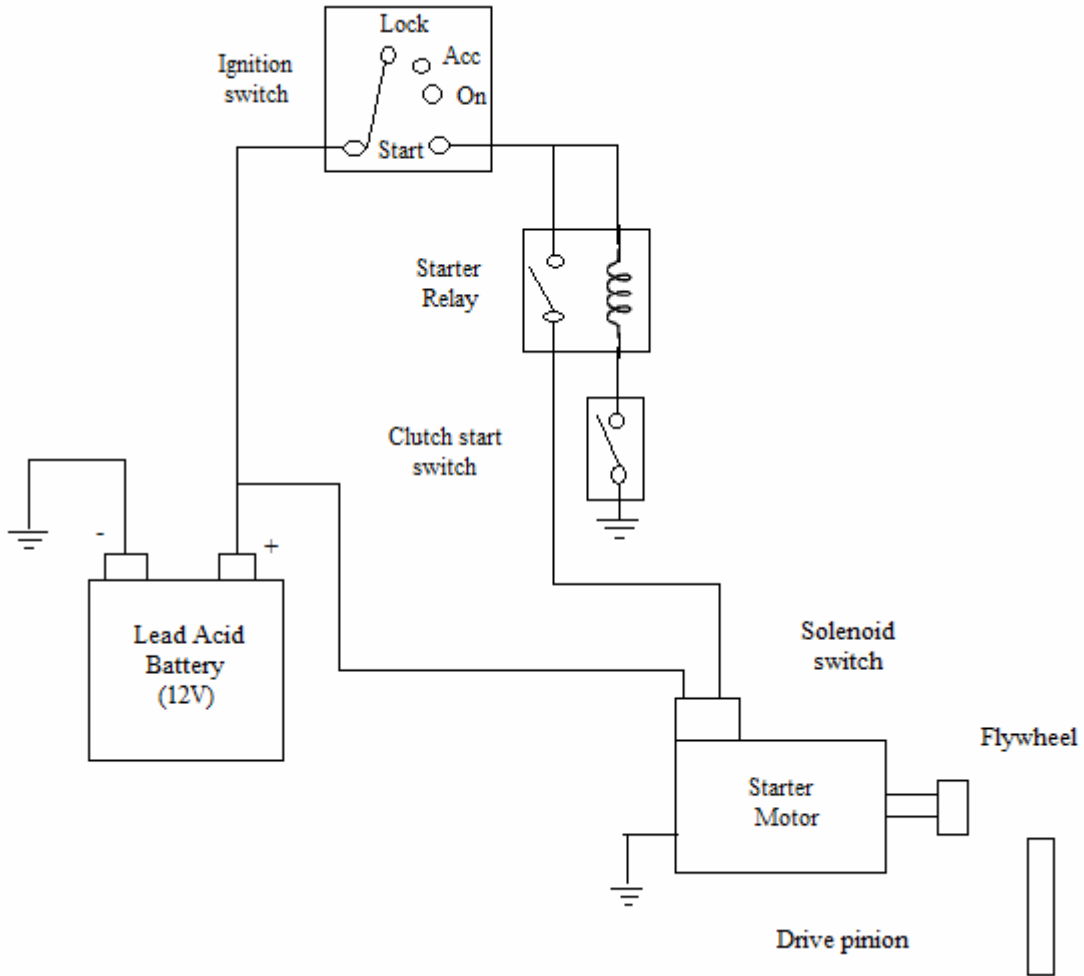
- স্কু ড্রাইভার সেট
- ব্যাটারি চার্জার
- স্প্যানার সেট
- মাল্টিমিটার

- কম্বিনেশন প্ল্যার্স
- সকেট সেট

প্রয়োজনীয় কাঁচামাল সমূহ:

- ব্যাটারি
- স্টার্টার মোটর
- সোলেনয়েড
- ইগনিশন সুইচ
- ওয়েস্ট কঁন
- ন্যাপকিন
- কেরোসিন

ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.২

শিখন ফল-২: ফুয়েল সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

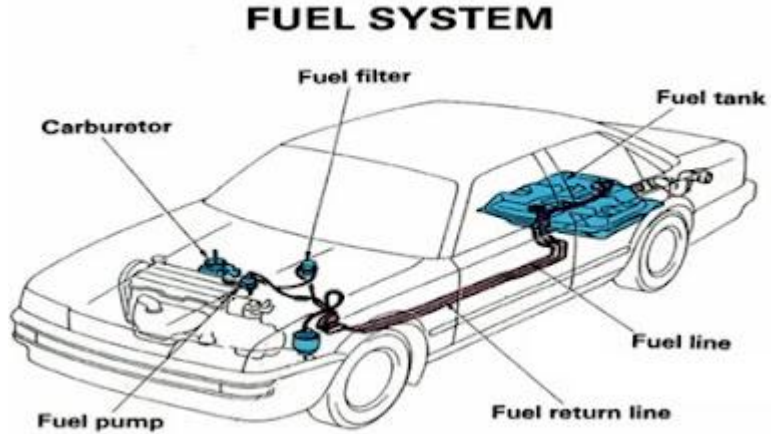
- ফুয়েল সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি
- প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন

### ফুয়েল সিস্টেম:

ফুয়েল সিস্টেম কিছু কম্পোনেন্ট নিয়ে গঠিত যা ফুয়েল সঞ্জালন প্রক্রিয়া সঠিকভাবে পরিচালনার জন্য ব্যবহার করা হয়। প্রত্যেক যানবাহনেই ফুয়েল সিস্টেম থাকে। গাড়ির গঠন অনুযায়ী ফুয়েল সিস্টেম একটু আলাদা হতে পারে। তবে ফুয়েল সিস্টেম এর বেসিক জিনিসগুলো সব গাড়িতেই একই রকম হয়।

### ফুয়েল সিস্টেমের বেসিক উপাদানসমূহ:

১. ফুয়েল ট্যাংক
২. ফুয়েল পাম্প
৩. ফুয়েল লাইন
৪. ফুয়েল ফিল্টার
৫. ফুয়েল ইঞ্জেক্টর
৬. কার্বুরেটর



**১. ফুয়েল ট্যাংক:** ফুয়েল ট্যাংক জ্বালানী ধরে রাখে। জ্বালানী বিভিন্ন ধরনের হতে পারে যেমনঃ পেট্রোল, ডিজেল ইত্যাদি। এটা এমনভাবে তৈরি করা হয়ে থাকে যাতে ট্যাংকের মধ্যে কোণ ধুলাবালি ঢুকতে না পারে। ফুয়েল ট্যাংকের মধ্যে ফুয়েল পাম্প থাকে যা তেলকে পরবর্তি ধাপে পাঠানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। ফুয়েল নিষ্কাশন এর জন্য ফুয়েল ট্যাংকে একটি ভেন্ট রাখা হয়। ফুয়েল ট্যাংক এ তেল ভরার জন্য একটি অপশন থাকে, তেল নিষ্কাশনের জন্য একটি অপশন থাকে এবং ডেইজের জন্য আর একটি অপশন থাকে।

**২. ফুয়েল পাম্প:** ফুয়েল ট্যাংকের অবস্থান হচ্ছে ফুয়েল ট্যাংকের মধ্যে। কিছু কিছু গাড়িতে ফুয়েল পাম্প ইঞ্জিন এবং ট্যাংকের মাঝামাঝি থাকে। ফুয়েল পাম্পের কাজ হল ফুয়েলকে ইঞ্জিনে পাঠানো। যদি পাম্পের অবস্থান ট্যাংকের মধ্যে হলে ব্যাটারি থেকে সাপ্লাই দিয়ে ইলেক্ট্রিক পাম্পকে চালানো হয় এবং তেলকে ইঞ্জিনে পাঠানো হয়। যদি বাইরে থাকে পাম্প তাহলে সেটাকে বেল্ট ড্রাইভ দিয়ে চালানো হতে পারে।

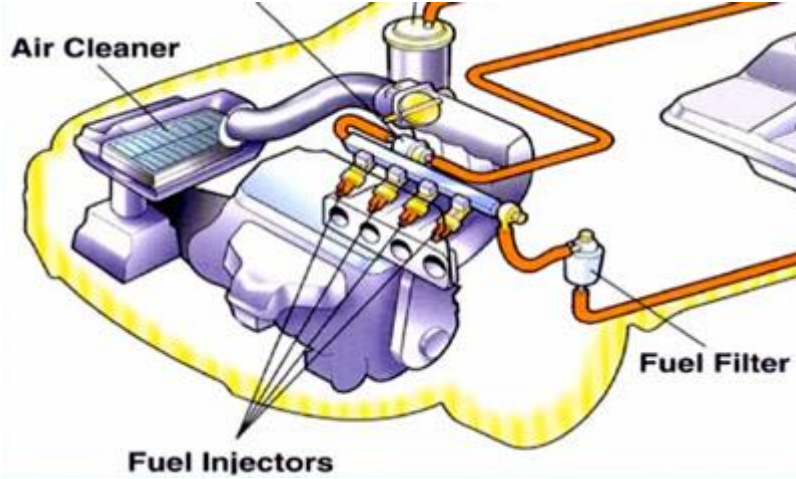
ডিজেল ফুয়েল পাম্প দুই ধরনের-যথা: ১. ডিস্ট্রিবিউটর টাইপ ফুয়েল পাম্প ২. ইন-লাইন টাইপ ফুয়েল পাম্প।

পেট্রোল ফুয়েল পাম্প দুই ধরনের-যথা: ১. মেকানিক্যাল ফুয়েল পাম্প ২. ইলেকট্রিক ফুয়েল পাম্প।

**৩. ফুয়েল লাইন:** ফুয়েল লাইন এর মাধ্যমে ফুয়েল ট্রান্সফার করা হয়। ফুয়েল লাইনগুলো বিভিন্ন প্রেসার সম্পূর্ণ হতে পারে। ডিজেল ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে ফুয়েল লাইন তিন ধরনের হতে পারে। শক্তিশালী ফুয়েল লাইন উচ্চ প্রেসার তৈরি করতে পারে ফুয়েল ইঞ্জেকশন পাম্প এবং ফুয়েল ইঞ্জেক্টরের মধ্যে। মিডিয়াম ফুয়েল লাইন ব্যবহার হয় ইঞ্জেকশন পাম্প এবং ফুয়েল ট্যাংকের মাঝামাঝিতে এবং যেখানে প্রেসার এর প্রয়োজন হয় না সেখানে লাইটওয়েট ফুয়েল লাইন ব্যবহার করা হয়। ফুয়েল লাইনে ব্যাঞ্জো বোল্ট ব্যবহার করা হয়।

**৪. ফুয়েল ফিল্টার:** পরিষ্কার তেল গাড়ীর ইঞ্জিনের দক্ষতা এবং লাইফটাইমের জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ। তেলের মধ্যে বিভিন্ন ধরনের ছোট ছোট পাথর কনা, দুঃস্বনকারী দ্রব্যাদী দূর করতে ফিল্টার ব্যবহার করা হয়। ফুয়েল ফিল্টার ফুয়েল পাম্পের আগে এবং পরে স্থাপন করা হয়ে থাকে অথবা উভয় জায়গাতেও বসানো হয়ে থাকে। ফিল্টার কাগজ, স্টেইনলেস স্টিল দিয়ে সাধারণত তৈরি হয়ে থাকে। ফিল্টার একটা নির্দিষ্ট সময় পর পর পরিষ্কার করতে হয় যেন ফুয়েল সাপ্লাই সঠিকভাবে হয়।

**৫. ফুয়েল ইঞ্জেক্টর:** ফুয়েল ইঞ্জেক্টর ফুয়েলকে ইঞ্জিন কম্বাশন চেম্বারে পাঠায়। এই ইলেক্ট্রোমেকানিক্যাল ডিভাইসটি স্থাপন করা হয় একটু এংগেল করে যেন ফুয়েল সঠিকভাবে ইঞ্জিনের ইনলেট ভাঙ্গে অথবা সিলিন্ডারে পৌঁছায়। অনেকগুলো পাইপের মধ্যে দিয়ে ফুয়েলকে চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে ইঞ্জেক্টরে প্রবাহিত করা হয়। ঠিকমত ফুয়েল সর্বরাহের জন্য ইঞ্জিনের কন্ট্রোল ইউনিটে অনেকগুলো সেন্সর স্থাপন করা হয়ে থাকে। ফুয়েল ইঞ্জেক্টর সাধারণত দুই ধরনেরঃ a) Electronic fuel injector b) Mechanical fuel injector.



**৫. কার্বুরেটর:** আপনারা হয়ত জানেন যে ইন্টারনাল কম্বাশন ইঞ্জিনের ইগনিশনের জন্য এয়ার এবং ফুয়েল এর মিশ্রনের প্রয়োজন হয় সে জন্যই মূলত কার্বুরেটর ব্যবহার করা হয়। পুরাতন ভার্সনের গাড়ীতে সাধারণত কার্বুরেটর ব্যবহার করা হয়ে থাকে। নতুন হাইব্রিড গাড়ীতে এডভান্স ফুয়েল ইঞ্জেক্টর সিস্টেম ব্যবহার করা। তাই পুরাতন ভার্সনের গাড়ীর ইঞ্জিনের যার এবং ফুয়েল এর মিশ্রনের জন্য কার্বুরেটর ব্যবহার করা হয়। মিশ্রনের পর কম্বাশন চেম্বারে পাঠানো হয় এবং সেগুলোকে ইগনিশ করা হয়।

এছাড়া আরো বেশ কিছু কম্পোনেন্ট রয়েছে-

১. **ফুয়েল প্রেসার সেন্সর-** ফুয়েল প্রেসার সেন্সর একটি ছোট ইলেকট্রনিক ডিভাইস যা গাড়ীর ফুয়েল সিস্টেমে ফুয়েলের চাপ পরিমাপ করে এবং এই তথ্য ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিটে (ECU) পাঠায়।

২. **ফুয়েলে প্রেসার রেগুলেটর-** জ্বালানির চাপ একটি নির্দিষ্ট এবং স্থিতিশীল স্তরে বজায় রাখে। এর ফলে ইঞ্জিন সঠিকভাবে কাজ করে, ভালো ফুয়েল এফিসিয়েন্সি (জ্বালানি সাশ্রয়) হয় এবং নির্গমন কমে। এই যন্ত্রে সাধারণত একটি ডায়ালফ্রাম এবং স্প্রিং-লোডেড ভালভ থাকে, যা অতিরিক্ত জ্বালানিকে ফুয়েল ট্যাংকে ফেরত পাঠিয়ে বা প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে প্রয়োজনীয় চাপ বজায় রাখে।
৩. **ফুয়েল রেঞ্জ-** ফুয়েল রেল হল একটি পাইপ বা টিউব যা ইঞ্জিনের ফুয়েল ইনজেক্টরগুলিতে জ্বালানি সরবরাহ করে, যেখানে জ্বালানি স্থির চাপে সরবরাহ করা হয়।
৪. **ফুয়েল রিটার্নিং লাইন-** অতিরিক্ত জ্বালানি ফুয়েল ট্যাংকে ফেরত যায়।

জ্বালানির মিশ্রণ তিন ধরনের- যথা:

১. **Stoichiometric Mixture (স্টয়কিওমেট্রিক মিশ্রণ)-**এখানে ফুয়েল ও এয়ারের অনুপাত একেবারে সঠিক (তত্ত্বীয় অনুপাত) পেট্রোল ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে সাধারণত -14.7: 1(অর্থাৎ ১৪.৭ অংশ বায়ু ও ১ অংশ জ্বালানি)। এতে জ্বালানি সম্পূর্ণভাবে দহন হয়, ধোঁয়া কম হয়।

২. **Rich Mixture (রিচ মিশ্রণ)-**এখানে জ্বালানির পরিমাণ বেশি থাকে এবং বাতাসের পরিমাণ কম থাকে। অনুপাত সাধারণত - 10: 1 থেকে 13: 1 এর মধ্যে।

**বৈশিষ্ট্য:** শক্তি (Power) বেশি উৎপন্ন হয়। তবে জ্বালানি বেশি খরচ হয়। কালো ধোঁয়া (Carbon) বেশি হয়।

৩. **Lean Mixture (লিন মিশ্রণ)-**এখানে জ্বালানির পরিমাণ কম থাকে এবং বাতাসের পরিমাণ বেশি থাকে। অনুপাত সাধারণত- 16: 1 থেকে 18: 1 এর মধ্যে।

**বৈশিষ্ট্য:** জ্বালানি কম খরচ হয়। ইঞ্জিন কিছুটা গরম হয়ে যায়। বেশি লিন হলে ইঞ্জিন মিসফায়ার করতে পারে।

**বাষ্প /ভেপার লক-** অতিরিক্ত উত্তপ্ত জ্বালানীতে বুদ্ধবুদ্ধ জ্বালানী প্রবাহ হ্রাস করে বা বন্ধ করে দেয়। বাষ্প লক করার সময়, ইঞ্জিনের তাপ পাম্পের ধাতব অংশগুলির মধ্য দিয়ে এবং জ্বালানীতে স্থানান্তরিত হয়। জ্বালানী "ফুটতে থাকে", বুদ্ধবুদ্ধ তৈরি করে যা জ্বালানী স্থানচ্যুত করে। এটি জ্বালানী পাম্পআউটপুট হ্রাস করতে পারে এবং ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা সমস্যা সৃষ্টি করতে পারে। অত্যন্ত গরম আবহাওয়ায়, আটকে থাকা জ্বালানী ফিল্টার, জ্বালানী পাম্প সমস্যা, বা সীমিত জ্বালানী রিটার্ন সিস্টেম জ্বালানী অতিরিক্ত গরম এবং বাষ্প লক সৃষ্টি করতে পারে।

**ভেপার লকের লক্ষণ:**

- ইঞ্জিনের শক্তি হঠাৎ কমে যাওয়া। ইঞ্জিন চলাকালীন হঠাৎ বন্ধ হয়ে যাওয়া। ইঞ্জিন পুনরায় চালু করতে সমস্যা হওয়া বা চালু না হওয়া।

**ভেপার লকের সমাধান:**

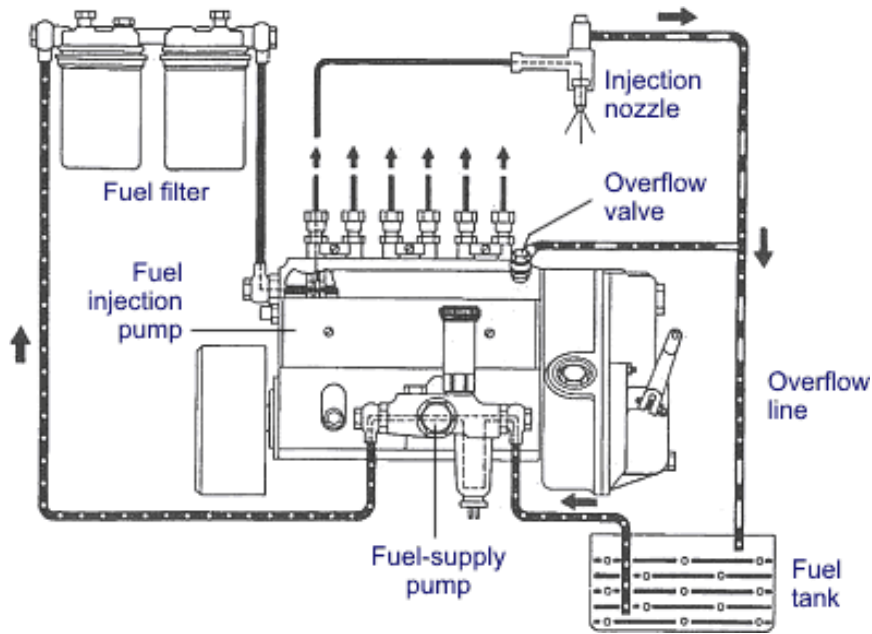
- জ্বালানি ব্যবস্থা ঠান্ডা হতে দিন। ইঞ্জিন ঠান্ডা হয়ে গেলে, অ্যাক্সিলারেটর সামান্য চেপে জ্বালানি ব্যবস্থায় থাকা বাষ্প দূর করতে সাহায্য করুন। ইলেকট্রিক ফুয়েল পাম্প চালু করুন, যা জ্বালানির চাপ বাড়িয়ে বাষ্পকে তরলে ঘনীভূত করতে সাহায্য করবে। ইঞ্জিন পুনরায় চালু হয়ে গেলে, গাড়ি মসৃণভাবে চলা পর্যন্ত অ্যাক্সিলারেটর চেপে রাখুন।

**ফুয়েল সিস্টেম সার্ভিসের ধাপসমূহ:**

১. **ফুয়েল ট্যাংক পরীক্ষা করা-** ভিতরে ময়লা বা জং আছে কিনা দেখা। প্রয়োজন হলে পরিষ্কার করা।

২. ফুয়েল পাইপলাইন পরীক্ষা-পাইপে লিকেজ বা ফাটল আছে কিনা দেখা।ক্ষতিগ্রস্ত হলে নতুন পাইপ বসানো।
৩. ফুয়েল ফিল্টার পরীক্ষা ও পরিবর্তন-ফিল্টার ব্লক হলে জ্বালানি প্রবাহ কমে যায়।নিয়মিত ফিল্টার পরিবর্তন করতে হবে।
৪. ফুয়েল পাম্প পরীক্ষা-সঠিক চাপ দিচ্ছে কিনা টেস্ট করা।দুর্বল হলে মেরামত বা পরিবর্তন করা।
৫. কার্বুরেটর/ইনজেক্টর পরিষ্কার করা-কার্বুরেটরে ময়লা জমে থাকলে জ্বালানি-বাতাস মিশ্রণ ঠিকমতো হয় না।ইনজেক্টর সার্ভিস কিট দিয়ে পরিষ্কার করা।
৬. ফুয়েল প্রেসার চেক করা-নির্দিষ্ট প্রেসারে জ্বালানি যাচ্ছে কিনা তা গেজ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে।

**ডায়াগ্রাম- সাভিস ফুয়েল সিস্টেম (Service Fuel System):**



## সেলফ চেক (Self Check) - ৩.২

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. ফুয়েল ফিল্টারের মূল কাজ কী?

- ক) জ্বালানি মিশ্রণ তৈরি করা  
গ) ফুয়েল প্রেসার বাড়ানো

- খ) জ্বালানি থেকে ময়লা ছেঁকে ফেলা  
ঘ) অক্সিজেন সরবরাহ করা

২. ইলেকট্রিক ফুয়েল পাম্প সাধারণত কোথায় থাকে?

- ক) ইঞ্জিন ব্লকের পাশে  
গ) এক্সহস্ট পাইপের কাছে

- খ) ফুয়েল ট্যাংকের ভেতরে  
ঘ) কার্বুরেটরের উপরে

৩. কার্বুরেটরের কাজ কী?

- ক) জ্বালানি ছাঁকা  
গ) জ্বালানি-বাতাস মিশ্রণ তৈরি করা

- খ) জ্বালানি পাম্প করা  
ঘ) তেল সংরক্ষণ করা

৪. ফুয়েল লাইনে লিক থাকলে কী হতে পারে?

- ক) ইঞ্জিন দ্রুত স্টার্ট নেবে  
গ) আগুন লাগার ঝুঁকি বাড়বে

- খ) জ্বালানি খরচ কমবে  
ঘ) ফুয়েল ফিল্টার নষ্ট হবে

৫. মেকানিক্যাল ফুয়েল পাম্প চালিত হয়—

- ক) ক্যামশ্যাফট বা ক্র্যাংকশ্যাফট দিয়ে  
গ) ইনজেক্টরের মাধ্যমে

- খ) ব্যাটারির মাধ্যমে  
ঘ) এয়ার ফিল্টারের মাধ্যমে

### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. ফুয়েল ফিল্টার জ্বালানি থেকে \_\_\_\_\_ দূর করে।  
৭. ফুয়েল পাম্পের কাজ হলো জ্বালানিকে \_\_\_\_\_ পর্যন্ত পৌঁছে দেওয়া।  
৮. আধুনিক গাড়িতে সাধারণত \_\_\_\_\_ ফুয়েল পাম্প ব্যবহৃত হয়।  
৯. ফুয়েল সিস্টেম সার্ভিস করার সময় \_\_\_\_\_ ব্যবহার করতে হয় সুরক্ষার জন্য।  
১০. কার্বুরেটরের কাজ হলো \_\_\_\_\_ এবং বাতাস মিশ্রণ তৈরি করা।

উত্তরপত্র (অহংবিৎ কর)-৩.২

১. উত্তর: খ
২. উত্তর: খ
৩. উত্তর: গ
৪. উত্তর: গ
৫. উত্তর: ক
  
৬. উত্তর: ময়লা
৭. উত্তর: কার্বুরেটর/ইনজেক্টর
৮. উত্তর: ইলেকট্রিক
৯. উত্তর: গ্লাভস ও গগলস
১০. উত্তর: জ্বালানি

## জব শীট (Job Sheet)-৩.২.১

জবের নাম: নিরাপত্তা নিয়ম মেনে ফুয়েল সিস্টেম পরীক্ষা করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. প্রথমে সঠিক পিপিই,টুলস, ইকুপমেন্ট সংগ্রহ করা।
২. ফুয়েল ট্যাংক খুলে পরিষ্কার করা ও মরিচা/ময়লা থাকলে ফ্লাশ করা।
৩. ফুয়েল লাইন ও কানেকশন চেক করা – কোনো লিকেজ থাকলে মেরামত/প্রতিস্থাপন করা।
৪. ফুয়েল ফিল্টার পরীক্ষা করা, প্রয়োজন হলে পরিবর্তন করা।
৫. ফুয়েল পাম্পের চাপ পরীক্ষা করা, দুর্বল হলে প্রতিস্থাপন করা।
৬. ইনজেক্টর খুলে ক্লিনার ব্যবহার করে পরিষ্কার করা বা নতুন ইনজেক্টর বসানো।
৭. কার্বুরেটর থাকলে জেট ও ফ্লোট চেম্বার পরিষ্কার করা।
৮. সার্ভিস শেষে সমস্ত কানেকশন ঠিক আছে কিনা যাচাই করা।
৯. ইঞ্জিন চালু করে ফুয়েল সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা টেস্ট করা।
১০. সার্ভিস শেষে রিপোর্ট/ডকুমেন্টেশন করা।

### সতর্কতা:

- আগুন ও স্পার্ক থেকে দূরে কাজ করতে হবে।
- ধূমপান সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।
- ভালো ভেন্টিলেশন নিশ্চিত করতে হবে।
- সেফটি গ্লাভস ও গগলস ব্যবহার করতে হবে।
- ইনজেকশন সিস্টেম খুলবার আগে ফুয়েল প্রেসার রিলিজ করতে হবে।
- ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল খুলে রাখতে হবে।
- ফুয়েল ছিটকে গেলে সঙ্গে সঙ্গে পরিষ্কার করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৩.২.১

জবের নাম: নিরাপত্তা নিয়ম মেনে ফুয়েল সিস্টেম পরীক্ষা করা

### প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

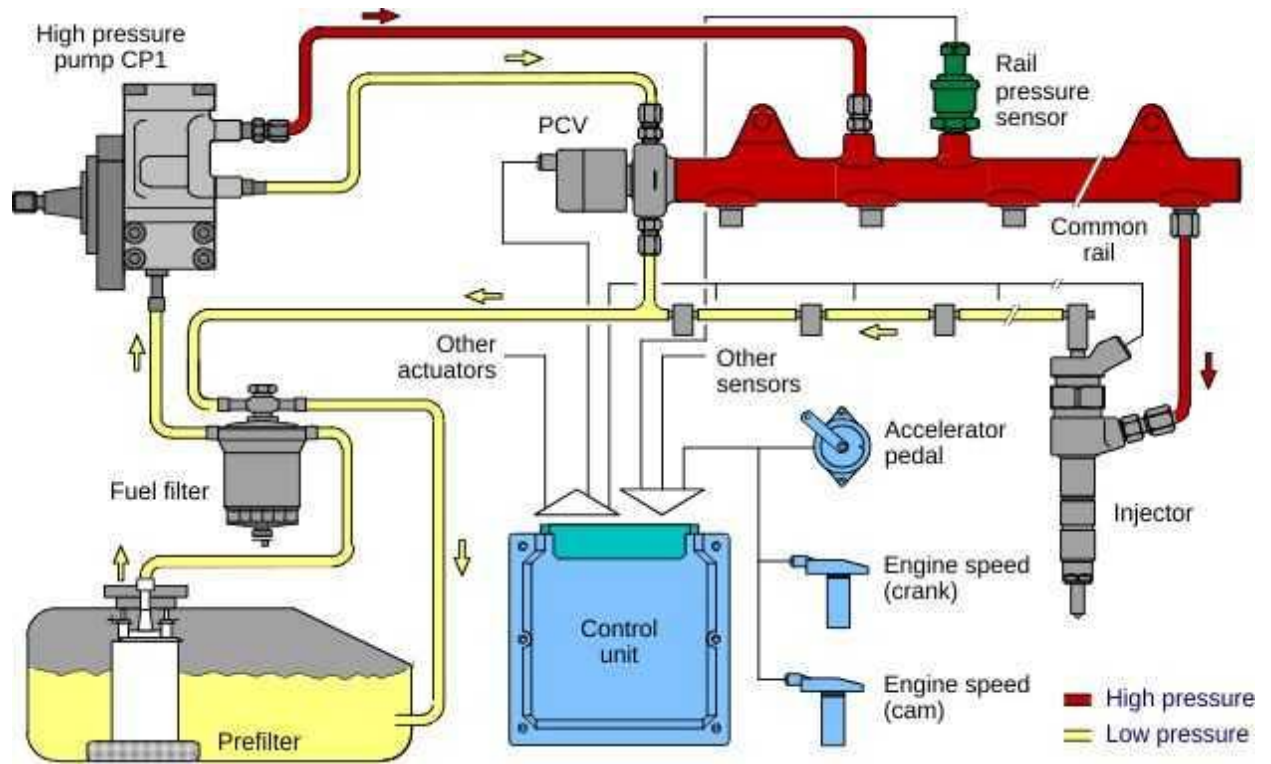
### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- ব্যাটারি চার্জার
- স্প্যানার সেট
- মাল্টিমিটার
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- সকেট সেট

### প্রয়োজনীয় কাঁচামাল সমূহ:

- ওয়েস্ট কঁন
- ন্যাপকিন
- কেরোসিন

### ডায়াগ্রাম



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.৩

শিখন ফল-৩: কুলিং সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- কুলিং সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি
- ফ্যান বেল্টের টেনশন সমন্বয়
- রেডিয়েটর ও ইঞ্জিন ফ্লাশিং
- প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন

### ইঞ্জিনের কুলিং সিস্টেম:

ইঞ্জিনের কুলিং সিস্টেম (engine cooling system) হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে ইঞ্জিন অতিরিক্ত তাপ অপসারণ করে এবং এটিকে একটি নির্দিষ্ট কার্যক্ষম তাপমাত্রায় রাখে, যা ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা ও দীর্ঘস্থায়িত্ব বজায় রাখে। প্রধানত দুই ধরনের কুলিং সিস্টেম রয়েছে: এয়ার কুলিং সিস্টেম (বাতাসের মাধ্যমে শীতলীকরণ) এবং ওয়াটার কুলিং সিস্টেম (পানির মাধ্যমে শীতলীকরণ)। ওয়াটার কুলিং সিস্টেমটি গাড়ির ইঞ্জিন ঠান্ডা করার জন্য বহুলভাবে ব্যবহৃত হয় এবং এতে রেডিয়েটর, ওয়াটার পাম্প ও কুল্যান্ট (পানি) ব্যবহার করা হয়।

### ইঞ্জিন কুলিং সিস্টেমের প্রকারভেদ

- **এয়ার কুলিং সিস্টেম (Air Cooling System):** এই পদ্ধতিতে ইঞ্জিন সরাসরি বাতাসের সংস্পর্শে এসে তাপ হারায়। সাধারণত এরোলপ্লেন, ভেস্পা এবং কিছু ছোট ইঞ্জিনে এই সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।
- **ওয়াটার কুলিং সিস্টেম (Water Cooling System):** এই পদ্ধতিতে ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন অতিরিক্ত তাপ পানি বা অন্যান্য কুল্যান্ট দ্বারা শোষিত হয় এবং রেডিয়েটরের মাধ্যমে পরিবেশে নির্গত হয়। পৃথিবীর বেশিরভাগ গাড়িতে এই সিস্টেম ব্যবহার করা হয়।

### ওয়াটার কুলিং সিস্টেমের উপাদান ও কার্যপ্রণালীঃ

ওয়াটার কুলিং সিস্টেমে ব্যবহৃত প্রধান অংশগুলো এবং এদের কার্যাবলি-

১. **ওয়াটার পাম্প (Water Pump):** এটি কুল্যান্টকে ইঞ্জিনের ভেতর এবং রেডিয়েটরের মধ্যে সঞ্চালন করে। ইঞ্জিনের কুলিং সিস্টেমে প্রধানত মেকানিক্যাল (Mechanical), ইলেকট্রিক (Electric), এবং ভ্যারিয়েবল (Variable) ওয়াটার পাম্প দেখা যায়। মেকানিক্যাল পাম্প ইঞ্জিনের সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে এবং ক্র্যাঙ্কশ্যাফ্টের সাথে যোরে, ইলেকট্রিক পাম্প ইঞ্জিনের প্রয়োজন অনুযায়ী কুল্যান্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে, আর ভ্যারিয়েবল পাম্প কুল্যান্টের প্রবাহ পরিবর্তন করে।



২. **রেডিয়েটর (Radiator):** গরম কুল্যান্ট রেডিয়েটরের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হওয়ার সময় তার তাপ বাতাসের সংস্পর্শে ছেড়ে দেয় এবং অতিরিক্ত তাপ অপসারণ করে ও কুল্যান্ট পুনরায় ইঞ্জিনে ফেরত পাঠায়।



৩. **কুল্যান্ট (Coolant):** এটি পানি বা পানির সাথে অ্যান্টিফ্রিজ মিশ্রিত এক ধরনের তরল, যা ইঞ্জিন থেকে তাপ শোষণ করে এবং রেডিয়েটরে নিয়ে আসে। ইথিলিন গ্লাইকল-ভিত্তিক অ্যান্টিফ্রিজ ইঞ্জিন কুল্যান্টের Zvcgvİv হিমাঙ্কে -৩৭±সে পর্যন্ত eid Rgvq এবং এর স্ফুটনাঙ্কে ১০৮±সে পর্যন্ত বাড়িয়ে দেয়।



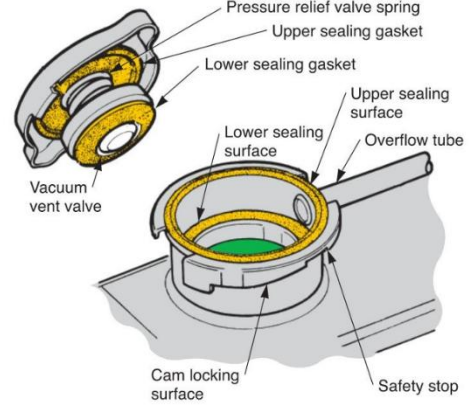
৪. **থার্মোস্ট্যাট (Thermostat):** এটি ইঞ্জিনের একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পর কুল্যান্টকে রেডিয়েটরে প্রবাহিত হতে দেয়, যাতে ইঞ্জিন দ্রুত তার কার্যক্ষম তাপমাত্রায় পৌঁছাতে পারে। থার্মোস্ট্যাট ভালভ ৮২° ঙ এ খুলতে শুরু করে ও ৯১° ঙ সম্পূর্ণ ভাবে খুলে।



৫. **রেডিয়েটর প্রেসার ক্যাপ:** এটি রেডিয়েটরের আপার ট্যাংকে থাকে। এর মধ্যে দুটি ভালভ-

১) **পেসার রিলিভ ভালভ-** রেডিয়েটরের কুল্যান্টের প্রেসার ঠিক রাখে ও অতিরিক্ত পেসার ছেড়ে দেয় যা রিজার্ভ ট্যাংকে জমা হয়, যা টিউবকে ফেটে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে।

২) **ভ্যাকুয়াম ভালভ** – রেডিয়েটরে মধ্যে শূন্যতার সৃষ্টি হলে ভালভ খুলে যায় ও রিজার্ভ ট্যাংকে জমাকৃত কুল্যান্ট পুনরায় রেডিয়েটরে প্রবেশ করে।



৬. **কুলিং ফ্যান (Cooling Fan):** এটি রেডিয়েটরের ভেতর দিখে বায়ুপ্রবাহ বাড়াতে সাহায্য করে, কুল্যান্টের তাপ কমায়। বিশেষ করে যখন গাড়ি স্থির থাকে বা কম গতিতে চলে।



- **ওয়াটার জ্যাকেট (Water Jacket):** ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের চারপাশের এই চ্যানেলগুলোতে কুল্যান্ট প্রবাহিত হয়ে ইঞ্জিনকে ঠান্ডা রাখে।
- **রিজার্ভ ট্যাংক:** ইঞ্জিন কুলিং সিস্টেমের একটি সহায়ক ট্যাংক, যেখানে বাড়তি কুল্যান্ট জমা থাকে এবং প্রয়োজনে রেডিয়েটরে সরবরাহ করা হয়।
- **আপার হোজ পাইপ:** রাবার দ্বারা তৈরি একটি নমনীয় পাইপ, যা ইঞ্জিনের সিলিন্ডার হেড বা থার্মোস্ট্যাট হাউজিং থেকে রেডিয়েটরের উপরের অংশে কুল্যান্ট বহন করে।
- **লোয়ার হোজ পাইপ:** রেডিয়েটরের নিচের অংশ থেকে ওয়াটার পাম্প পর্যন্ত সংযুক্ত একটি পাইপ, যার মাধ্যমে কুল্যান্ট ইঞ্জিনে প্রবেশ করে।
- **বাইপাস লাইন:** ইঞ্জিন কুলিং সিস্টেমের একটি পাইপ বা পথ, যা থার্মোস্ট্যাট বন্ধ থাকা অবস্থায় কুল্যান্টকে ইঞ্জিনের ভেতরে চলাচল করার সুযোগ দেয়।
- **ড্রেন প্লাগ:** রেডিয়েটর বা ইঞ্জিন ব্লকের নিচের দিকে লাগানো একটি প্লাগ, যা খোলার মাধ্যমে কুল্যান্ট বা পানি বের করে দেওয়া যায়।
- **কুল্যান্ট (টেম্পারেচার ও প্রেসার) সেন্সর:** কুল্যান্টের তাপমাত্রা নির্দেশ করে। কুল্যান্টের চাপ পরিমাপ করে এবং সঠিক তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করতে সাহায্য করে।

**কুলিং সিস্টেমের প্রয়োজনীয়তা:**

- ইঞ্জিনকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে।
- ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা ও দীর্ঘস্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে।
- ইঞ্জিনকে সর্বোত্তম তাপমাত্রায় রাখে, যা সঠিক দহন (combustion) ও পারফরম্যান্স নিশ্চিত করে।

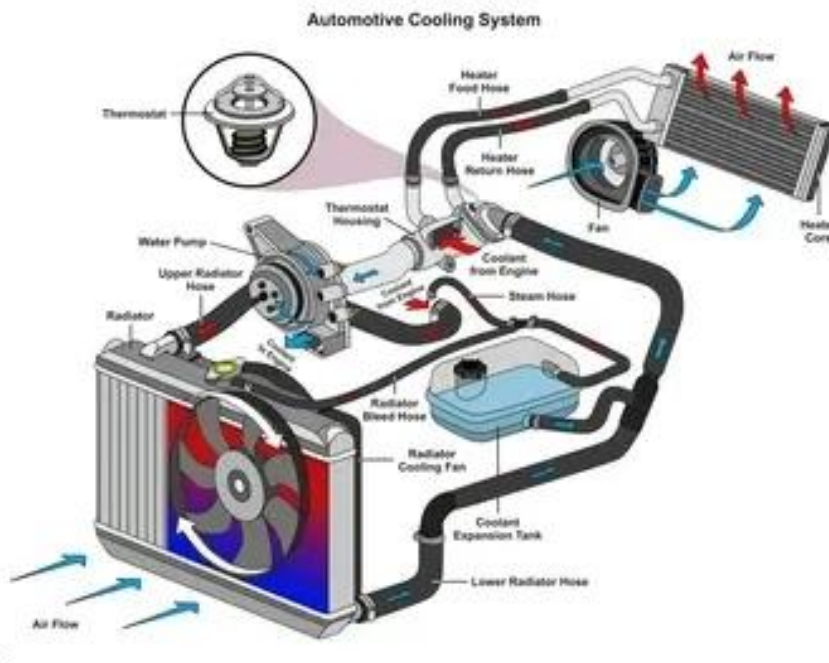
## রেডিযেটর এবং ইঞ্জিন ফ্লাশিং করাঃ

গাড়ির ইঞ্জিন ও রেডিযেটর ফ্লাশ করার জন্য প্রথমে ইঞ্জিন ঠান্ডা করে কুল্যান্ট ড্রেন করে, তারপর রেডিযেটর ও ইঞ্জিন ব্লক-এ ক্লিনার ও ডিস্টিলড ওয়াটার মিশিয়ে ইঞ্জিনে নির্দিষ্ট সময় (প্রায় ১৫ মিনিট) চালিয়ে তারপর ধুয়ে ফেলতে হয়। এই প্রক্রিয়াটি কয়েকবার পুনরাবৃত্তি করে সিস্টেম পরিষ্কার করতে হয় এবং শেষে নতুন কুল্যান্ট ভর্তি করে ব্লিডিং-এর মাধ্যমে সিস্টেম থেকে বাতাস বের করে দিতে হয়।

## প্রক্রিয়া:

১. ইঞ্জিন ঠান্ডা করা: কাজটি শুরু করার আগে গাড়টিকে সম্পূর্ণ ঠান্ডা হতে দিন। গরম অবস্থায় কুল্যান্ট ক্যাপ খুললে গরম তরল ছিটকে এসে ক্ষতি করতে পারে।
২. কুল্যান্ট নিষ্কাশন করা: ইঞ্জিন ঠান্ডা হলে রেডিযেটর ক্যাপ খুলে ফেলুন। এরপর রেডিযেটরের ড্রেন প্লাগ (পেটকক) খুলে পুরোনো কুল্যান্ট একটি পাত্রে সংগ্রহ করুন।
৩. ক্লিনার ব্যবহার করা (প্রয়োজনে): যদি কুল্যান্ট নোংরা বা মরিচা যুক্ত থাকে, তবে রেডিযেটরে ক্লিনিং সল্যুশন বা পাতিত সাদা ভিনেগার এবং ডিস্টিলড ওয়াটারের মিশ্রণ ঢেলে দিন।
৪. নতুন মিশ্রণ প্রবেশ করানো: ক্যাপ বন্ধ করে ইঞ্জিন চালু করুন এবং প্রায় ১৫ মিনিট চলতে দিন। এতে ক্লিনার কুলিং সিস্টেমের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে এবং জমে থাকা ময়লা ও মরিচা আলাগা করবে।
৫. আবার নিষ্কাশন ও ধোয়া: ইঞ্জিন আবার ঠান্ডা হতে দিন এবং সিস্টেম থেকে আগের মিশ্রণটি আবার ড্রেন করুন।
৬. পর্যায়ক্রমে ধোয়া: সিস্টেমটি পরিষ্কার না হওয়া পর্যন্ত ডিস্টিলড ওয়াটার দিয়ে এই প্রক্রিয়াটি পুনরাবৃত্তি করুন।
৭. নতুন কুল্যান্ট ভরা: একবার সিস্টেম পরিষ্কার হয়ে গেলে, সমস্ত পানি বের করে দিন এবং নতুন, সঠিক ধরনের কুল্যান্ট দিয়ে রেডিযেটর ভর্তি করুন।
৮. ব্লিডিং (বাতাস বের করা): নতুন কুল্যান্ট ভর্তি করার পর, গাড়ির হিটার সর্বোচ্চ সেটিং-এ চালু করুন। এরপর ইঞ্জিন চালু করুন এবং কুল্যান্টের লেভেল চেক করে প্রয়োজন অনুযায়ী কুল্যান্ট যোগ করতে থাকুন যতক্ষণ না সিস্টেমের ভেতর থেকে বাতাস বের হয়ে যায় এবং তাপমাত্রা স্বাভাবিক থাকে।

## ডায়াগ্রাম:



## সেলফ চেক (Self Check) - ৩.৩

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. কুলিং সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?  
ক) ইঞ্জিনে জ্বালানি সরবরাহ করা      খ) ইঞ্জিন হতে অতিরিক্ত তাপ অপসারণ করে  
গ) ব্রেক সিস্টেম নিয়ন্ত্রণ করা      ঘ) ব্যাটারি চার্জ করা
২. রেডিয়েটরের নিচে কোন যন্ত্রাংশ থাকে কুল্যান্ট বের করার জন্য?  
ক) আপার হোজ পাইপ      খ) থার্মোস্ট্যাট      গ) ড্রেন প্লাগ  
ঘ) ফ্যান বেল্ট
৩. রেডিয়েটর ক্যাপের মধ্যে কতটি ভালভ থাকে?  
ক) ২ টি      খ) ১ টি      গ) ৩ টি      ঘ) ৪ টি
৪. ইঞ্জিন কুল্যান্টে অ্যান্টিফ্রিজ মেশানো হয় কেন?  
ক) ইঞ্জিনের শব্দ কমানোর জন্য      খ) হিমাঙ্ক কমানো ও স্ফুটনাঙ্ক বাড়ানোর জন্য  
গ) জ্বালানি সাশ্রয়ের জন্য      ঘ) ব্রেক সিস্টেম চালানোর জন্য
৫. থার্মোস্ট্যাটের কাজ কী?  
ক) কুল্যান্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা      খ) ব্যাটারি চার্জ করা      গ) ফ্যান ঘোরানো  
ঘ) জ্বালানি পাম্প চালানো

### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. ইঞ্জিন কুল্যান্টের হিমাঙ্ক কমাতে ব্যবহৃত হয় \_\_\_\_\_।
৭. আপার হোজ পাইপ দিয়ে \_\_\_\_\_ কুল্যান্ট রেডিয়েটরে যায়।
৮. ওয়াটার পাম্প থাকে \_\_\_\_\_।
৯. রেডিয়েটরের নিচে কুল্যান্ট বের করার জন্য থাকে \_\_\_\_\_।
১০. ইঞ্জিন স্টার্টের পর থার্মোস্ট্যাট বন্ধ অবস্থায় কুল্যান্ট প্রবাহিত হয় \_\_\_\_\_ দিয়ে।

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১১. কুলিং সিস্টেমের প্রধান উদ্দেশ্য কী?
১২. রিজার্ভ ট্যাংকের কাজ কী?
১৩. ফ্যান বেল্ট টিলা হলে কী সমস্যা হয়?
১৪. রেডিয়েটর ফ্লাশ করার প্রয়োজন কেন?
১৫. থার্মোস্ট্যাট বন্ধ অবস্থায় কুল্যান্ট কোন পথে সঞ্চালিত হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key) - ৩.৩

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. উত্তর: খ) ইঞ্জিন হতে অতিরিক্ত তাপ অপসারণ করে
২. উত্তর: গ) ডেন প্লাগ
৩. উত্তর: ক) ২ টি
৪. উত্তর: খ) হিমাঙ্ক কমানো ও স্ফুটনাঙ্ক বাড়ানোর জন্য
৫. উত্তর: ক) কুল্যান্টের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা

### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. উত্তর: (অ্যান্টিফ্রিজ/ইথিলিন গ্লাইকল)
৭. উত্তর: (গরম)
৮. উত্তর: ইঞ্জিন ব্লকে
৯. উত্তর: (ডেন প্লাগ)
১০. উত্তর: (বাইপাস লাইন)

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১১. উত্তর: ইঞ্জিনকে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করা এবং অপারেটিং টেম্পারেচারে রাখা ।
১২. উত্তর: রেডিযেটরের অতিরিক্ত কুল্যান্ট জমা রাখা এবং প্রয়োজনে আবার রেডিযেটরে সরবরাহ করা ।
১৩. উত্তর: ওয়াটার পাম্প সঠিকভাবে ঘোরে না, ফলে কুল্যান্ট প্রবাহ কমে গিয়ে ইঞ্জিন অতিরিক্ত গরম হতে পারে ।
১৪. উত্তর: রেডিযেটরে জমে থাকা মরিচা, ময়লা ও পুরনো কুল্যান্ট পরিষ্কার করে কুলিং সিস্টেমকে কার্যকর রাখার জন্য ।
১৫. উত্তর: থার্মোস্ট্যাট বন্ধ থাকলে কুল্যান্ট বাইপাস লাইন দিয়ে ইঞ্জিনের ভেতরে প্রবাহিত হয় ।

## জব শীট (Job Sheet)-৩.৩.১

জবের নাম: রেডিযেটর এবং ইঞ্জিন ফ্লাশিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ইঞ্জিন ঠান্ডা হলে ডেন প্লাগ খুলে পুরনো কুল্যান্ট বের করে ফেলুন।
২. রেডিযেটরের ঢাকনা খুলে নিন।
৩. ফ্লাশিং পানি বা বিশেষ ক্লিনার রেডিযেটর ও ইঞ্জিন ব্লকে প্রবেশ করান।
৪. ইঞ্জিন অল্প সময় চালিয়ে ময়লা ও মরিচা আলগা করুন।
৫. আবার ডেন প্লাগ খুলে সব পানি বের করুন।
৬. পরিষ্কার পানি দিয়ে পুনরায় ফ্লাশ করুন যতক্ষণ না স্বচ্ছ পানি বের হয়।
৭. শেষে নতুন কুল্যান্ট ভরে সিস্টেম এয়ার ফাঁকা করুন।

### সর্তকতা:

- ইঞ্জিন গরম অবস্থায় কখনো রেডিযেটরের ঢাকনা খোলা যাবে না।
- কুল্যান্ট বের করার সময় গ্লাভস ও সুরক্ষা চশমা ব্যবহার করতে হবে।
- পুরনো কুল্যান্ট মাটিতে বা ডেনে ফেলবেন না, নিরাপদভাবে নিষ্পত্তি করতে হবে।
- ফ্যান বেল্ট পরীক্ষা করার সময় ইঞ্জিন বন্ধ থাকতে হবে।
- হোজ পাইপে ফাটল বা লিক থাকলে সঙ্গে সঙ্গে প্রতিস্থাপন করতে হবে।
- কুল্যান্ট ভরার সময় সঠিক অনুপাতে পানি ও অ্যান্টিফ্রিজ মিশিয়ে ব্যবহার করতে হবে।
- সব বোল্ট-নাট সঠিকভাবে আঁটানো আছে কিনা নিশ্চিত করতে হবে।
- সার্ভিস শেষে ইঞ্জিন চালিয়ে কুল্যান্ট লেভেল ও লিকেজ পুনরায় পরীক্ষা করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৩.৩.১

জবের নাম: রেডিযেটর এবং ইঞ্জিন ফ্লাশিং করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্ট:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- মানকি প্লায়াস

- স্প্যানার সেট
- লিক টেস্টার
- কম্বিনেশন প্লায়াস
- সকেট সেট

#### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- নতুন কুল্যান্ট
- হোজ পাইপ
- অ্যান্টিফ্রিজ
- হোজ পাইপ ক্ল্যাম্প
- ওয়েস্ট কটন
- ন্যাপকিন
- রাবার বা সিলিকন সিল (প্রয়োজনে সিলিং জন্য)

#### ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.৪

শিখন ফল-৪: লুব্রিকেশন সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- লুব্রিকেশন সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি
- প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন

### লুব্রিকেশন সিস্টেমঃ

যে পদ্ধতির মাধ্যমে ইঞ্জিনের চলমান ও স্থিরযন্ত্রাংশের মাঝে তাপ, ঘর্ষণ ও ক্ষয় কমায় তাকে লুব্রিকেশন পদ্ধতি বলে। লুব অয়েলকে ইঞ্জিনের প্রানরস বলা হয় যা ঘর্ষণজনিত বাধা কমায়, সীজ হওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে। লুব্রিকেটিং সিস্টেম প্রধানত দুই প্রকার: সম্পূর্ণ চাপযুক্ত লুব্রিকেশন সিস্টেম এবং ছিটানো (Splash) লুব্রিকেশন সিস্টেম। এছাড়া, এই দুইটির সমন্বয়ে গঠিত সম্পূর্ণ চাপযুক্ত ও ছিটানো লুব্রিকেশন সিস্টেম এবং ইঞ্জিন ভেদে পেট্রো অয়েল পদ্ধতি ও বিভিন্ন ধরনের ম্যানুয়াল বা স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতি রয়েছে।

### লুব্রিকেটিং সিস্টেমের প্রকারভেদ-

- **সম্পূর্ণ চাপযুক্ত লুব্রিকেশন পদ্ধতি:** এই পদ্ধতিতে একটি পাম্পের মাধ্যমে তেল উচ্চ চাপে ইঞ্জিনের বিভিন্ন চলমান অংশ, যেমন বিয়ারিং, ক্র্যাঙ্কশ্যাফট, ক্যামশ্যাফট ইত্যাদিতে সরবরাহ করা হয়, যা ঘর্ষণ কমাতে ও যন্ত্রাংশ ঠান্ডা রাখতে সাহায্য করে।
- **ছিটানো লুব্রিকেশন পদ্ধতি:** এই পদ্ধতিতে ইঞ্জিন যখন চালু থাকে, তখন ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের ঘূর্ণনের ফলে পাম্প করা তেল বা নির্দিষ্ট অংশে রাখা তেল ছিটকে গিয়ে অন্যান্য যন্ত্রাংশে লাগে এবং সেগুলোকে লুব্রিকেট করে।
- **সম্পূর্ণ চাপযুক্ত ও ছিটানো লুব্রিকেশন পদ্ধতি:** কিছু ইঞ্জিনে চাপযুক্ত পদ্ধতি এবং ছিটানো পদ্ধতি উভয়ই একসাথে ব্যবহার করা হয়।

লুব অয়েল পাম্প দুই ধরনের যথা- গিয়ার টাইপ ও রোটর টাইপ পাম্প। অটোমোবাইলে ব্যবহৃত পিচ্ছিলকারক পদার্থ তিন ধরনের-

১. লিকুইড লুব্রিকেন্ট-লুব অয়েল
২. সেমি লুব্রিকেন্ট- গ্রিজ
৩. সলিড লুব্রিকেন্ট- গ্রাফাইট।

### লুব্রিকেশন সিস্টেমের বিভিন্ন কম্পোনেন্ট:

১. **অয়েল পাম্প** : ইঞ্জিনের নিচে তেল জমা রাখার ট্যাংক।
২. **অয়েল পাম্প** : তেলকে চাপ দিয়ে বিভিন্ন অংশে পাঠায়।
৩. **অয়েল স্ট্রাইনার** : অয়েল পাম্পে যাওয়ার আগে তেল হেঁকে ময়লা অপসারণ করে।

৪. **অয়েল ফিল্টার** :তেলের মধ্যে সূক্ষ্ম কণা ও ময়লা পরিষ্কার করে।
৫. **অয়েল গ্যালারি / প্যাসেজ** : ইঞ্জিনের ভেতরে তেল চলাচলের পথ।
৬. **প্রেসার গেজ / সেন্সর** : তেলের চাপ নিয়ন্ত্রণ ও মনিটর করে। আধুনিক মোটরযানে আরো কিছু সেন্সর আছে যেমন লুব অয়েল টেম্পারেচার সেন্সর-যা অয়েলের তাপমাত্রা জানায়,লুব অয়েল লেভেল সেন্সর-লুব অয়েলের পরিমাণ জানায়।
৭. **অয়েল কুলার** : তেলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে (কিছু ইঞ্জিনে থাকে) ।
৮. **অয়েল পেসার রিলিফ ভালভ** : লুব্রিকেটিং সিস্টেমের অতিরিক্ত চাপ বের করে দিয়ে লুব অয়েল লাইনকে ফেটে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা করে ।
৯. **ডিপস্টিক**: লুব অয়েলের অবস্থান (পরিমাণ, তাপমাত্রা,ঘনত্ব) জানা যায় ।

লুব অয়েলের বিভিন্ন গ্রেড-

ইঞ্জিনে ব্যবহৃত লুব্রিকেটিং অয়েল বিভিন্ন গ্রেডে পাওয়া যায়। তেলের গ্রেড সাধারণত **SAE (Society of Automotive Engineers)** এবং **API (American Petroleum Institute)** স্ট্যান্ডার্ড অনুযায়ী নির্ধারণ করা হয়।

**SAE গ্রেড (ভিসকোসিটি অনুযায়ী)**: তেলের ঘনত্ব বা **viscosity** অনুযায়ী ভাগ করা হয়। যেমনঃ

- SAE 20, SAE 30, SAE 40, SAE 50

আবার **মাল্টি-গ্রেড অয়েল** আছে যা সব মৌসুমে ব্যবহার করা যায়:

- SAE 10W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-50, এখানে **W = Winter**

আমাদের দেশে বহুল প্রচলিত গ্রেড হলো- SAE 20W-50

**ক্র্যাঙ্ককেজ ভেন্টিলেশন**: এটা এমন একপ্রকার পদ্ধতি, যার মাধ্যমে ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্ককেজে উৎপাদিত কারণে পিচ্ছিলকরণ তেলের উপরিভাগে উৎপন্নকৃত গ্যাস বের করে দেওয়া হয় ।

লুব্রিকেশন সিস্টেমের ওয়েট সাম্প সিস্টেমে ইঞ্জিন ক্র্যাঙ্ককেসের নিচে একটি প্যানে তেল সংরক্ষণ করা হয়, যা থেকে পাম্পের মাধ্যমে ইঞ্জিন পার্টসগুলিতে তেল সরবরাহ করা হয় এবং তেল আবার মাধ্যাকর্ষণ শক্তিতে সাম্পে ফিরে আসে। অন্যদিকে, ড্রাই সাম্প (Dry Sump) সিস্টেমে একটি বাহ্যিক তেলের ট্যাঙ্ক থাকে, যেখানে তেল সংরক্ষণ করা হয় এবং একটি মাল্টি-স্টেজ পাম্পের মাধ্যমে ইঞ্জিন পার্টসগুলিতে তেল সরবরাহ করা হয়। এই সিস্টেমে ইঞ্জিনের নিচে কোনো তেলের প্যান থাকে না, যা কম উচ্চতার ইঞ্জিন ডিজাইন এবং উচ্চ কর্মক্ষমতার জন্য সহায়ক।

**ওয়েট সাম্প সিস্টেম**:

- **তেল সংরক্ষণ**: এই সিস্টেমে ইঞ্জিন ক্র্যাঙ্ককেসের ঠিক নিচেই একটি বড় আকারের তেলের প্যান থাকে, যা তেলের রিজার্ভার হিসেবে কাজ করে।
- **তেল সরবরাহ**: একটি তেল পাম্প ক্র্যাঙ্ককেস থেকে তেল টেনে নেয় এবং ফিল্টারের মাধ্যমে বিভিন্ন ইঞ্জিন পার্টসে (যেমন বিয়ারিং, পিস্টন) পাঠায়।
- **তেল প্রত্যাবর্তন**: ইঞ্জিন লুব্রিকেট করার পর তেল মাধ্যাকর্ষণ শক্তিতে নিচে ফিরে আসে এবং আবার সাম্পে জমা হয়।

### বৈশিষ্ট্য:

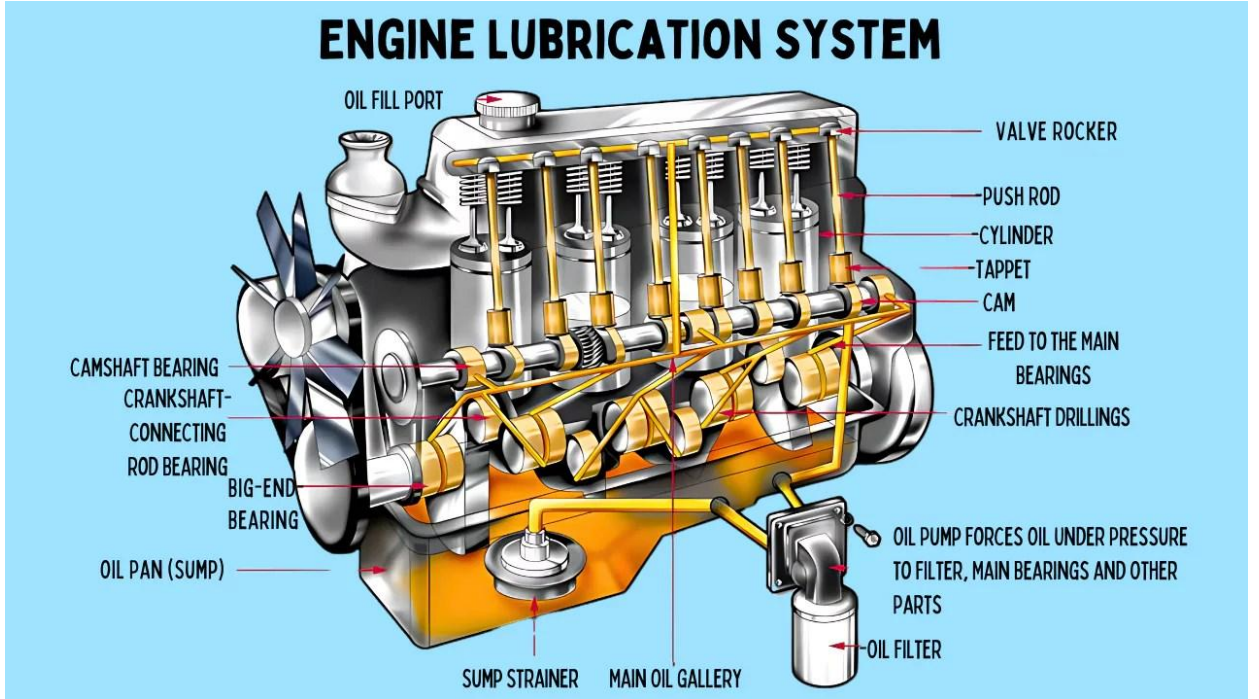
ইঞ্জিনের নিচে তেল সংরক্ষণের কারণে এটি একটি সহজ পদ্ধতি।

- কম পাওয়ার খরচ হয়, কারণ এতে একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়।
- কম ও মাঝারি ক্ষমতাসম্পন্ন ইঞ্জিন এবং সাধারণ গাড়ির জন্য এটি ব্যবহার করা হয়।

### ড্রাই সাম্প সিস্টেম :

- **তেল সংরক্ষণ:** এই সিস্টেমে কোনো প্যান থাকে না; তেল একটি আলাদা বাহ্যিক ট্যাঙ্কে সংরক্ষণ করা হয়।
- **তেল সরবরাহ:** একটি মাল্টি-স্টেজ পাম্প বা একাধিক পাম্প ব্যবহার করা হয়। একটি পাম্প তেল ট্যাঙ্ক থেকে ইঞ্জিন পার্টসে তেল পাঠায় এবং অন্য পাম্প ইঞ্জিন থেকে তেল টেনে নিয়ে ট্যাঙ্কে ফেরত পাঠায়।
- **তেল প্রত্যাবর্তন:** ইঞ্জিন লুব্রিকেট করার পর তেল ক্র্যাঙ্ককেসে জমা না হয়ে সরাসরি পাম্পের মাধ্যমে ট্যাঙ্কে ফেরত আসে।
- **বৈশিষ্ট্য:**
  - ইঞ্জিনের নিচের অংশকে অনেক নিচু করা যায়, যা রেসিং গাড়ির জন্য সুবিধাজনক।
  - তেলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে একটি অয়েল কুলার প্রায়শই ব্যবহার করা হয়।
  - ইঞ্জিনের কার্যকারিতা বা পারফরম্যান্স উন্নত করে এবং উচ্চ গতিতে গাড়িকে স্থিতিশীল রাখে।
  - রেসিং কার, মোটরসাইকেল এবং উচ্চ-পারফরম্যান্স ইঞ্জিনে এটি ব্যবহার করা হয়।

### ইঞ্জিন লুব্রিকেশন সিস্টেম – ডায়াগ্রামঃ



## সেলফ চেক (Self Check) - ৩.৪

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. লুব্রিকেশন সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?  
ক) ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখা                      খ) ঘর্ষণ কমানো                      গ) জ্বালানি সরবরাহ করা  
ঘ) ব্যাটারি চার্জ করা
২. লুব্রিকেটিং অয়েল কোথায় জমা থাকে?  
ক) রেডিয়েটরে                      খ) অয়েল সাম্পে                      গ) সিলিন্ডারে  
ঘ) ব্যাটারিতে
৩. কোন যন্ত্রাংশ তেলকে চাপ দিয়ে সঞ্চালন করে?  
ক) অয়েল ফিল্টার                      খ) অয়েল পাম্প                      গ) ক্র্যাঙ্কশ্যাফট  
ঘ) প্রেশার গেজ
৪. অয়েল ফিল্টারের কাজ কী?  
ক) তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ                      খ) অয়েল ছাঁকা                      গ) চাপ বাড়ানো  
ঘ) বায়ু সরবরাহ
৫. লুব্রিকেশনের মাধ্যমে নিচের কোনটি প্রতিরোধ হয়?  
ক) মরিচা                      খ) ব্যাটারি ডিসচার্জ                      গ) জ্বালানি ক্ষয়  
ঘ) বিদ্যুৎ প্রবাহ
৬. অয়েল স্ট্রেইনার কোথায় থাকে?  
ক) রেডিয়েটরে                      খ) অয়েল সাম্পে                      গ) সিলিন্ডার হেডে  
ঘ) ফুয়েল ট্যাঙ্কে
৭. কোন সেন্সর ইঞ্জিন অয়েলের চাপ পরিমাপ করে?  
ক) ফুয়েল প্রেশার সেন্সর                      খ) অয়েল প্রেশার সেন্সর                      গ) তাপমাত্রা সেন্সর  
ঘ) কুল্যান্ট সেন্সর
৮. ইঞ্জিনে ঘর্ষণ বেশি হলে কী হয়?  
ক) ইঞ্জিন দ্রুত গরম হয়                      খ) অয়েল ঠান্ডা হয়                      গ) ইঞ্জিনের ক্ষমতা বাড়ে  
ঘ) ইঞ্জিন দীর্ঘস্থায়ী হয়

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৯. লুব্রিকেশন সিস্টেমের সংজ্ঞা দাও।
১০. লুব্রিকেশন সিস্টেমের দুটি কাজ লেখো।
১১. SAE তেলের গ্রেড কিসের উপর নির্ভর করে?
১২. অয়েল কুলারের কাজ কী?
১৩. SAE এর পূর্ণরূপ লেখ?

## উত্তরপত্র (অহংবিৎ করু) - ৩.৪

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. খ) ঘর্ষণ কমানো
২. খ) অয়েল সাম্প
৩. খ) অয়েল পাম্প
৪. খ) অয়েল ছাঁকা
৫. ক) মরিচা
৬. খ) অয়েল সাম্প
৭. খ) অয়েল প্রেসার সেন্সর
৮. ক) ইঞ্জিন দ্রুত গরম হয়

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৯. **উত্তর:** ইঞ্জিনের চলন্ত অংশগুলিতে তেল সরবরাহ করে ঘর্ষণ ও ক্ষয় কমানোর ব্যবস্থা হলো লুব্রিকেশন সিস্টেম।
১০. **উত্তর:** ১. ঘর্ষণ কমানো ২. অতিরিক্ত তাপ নিয়ন্ত্রণ করা।
১১. **উত্তর:** তেলের ঘনত্ব বা Viscosity এর উপর নির্ভর করে।
১২. **উত্তর:** ইঞ্জিন অয়েলের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করা।
১৩. **উত্তর:** Society of Automotive Engineers।

## জব শীট (Job Sheet) - ৩.৪.১

জবের নাম: লুব্রিকেশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. ইঞ্জিন গরম হলে কয়েক মিনিট ঠান্ডা হতে দিন।
২. ডেন প্লাগ খুলে পুরানো তেল বের করুন।
৩. অয়েল ফিল্টার খুলে পরিষ্কার করুন অথবা নতুন ফিল্টার লাগান।
৪. ডেন প্লাগ টাইট করুন।
৫. নতুন ইঞ্জিন অয়েল নির্দিষ্ট পরিমাণে ঢালুন।
৬. ডিপস্টিক দিয়ে অয়েলের লেভেল পরীক্ষা করুন।
৭. ইঞ্জিন চালু করে লিকেজ চেক করুন।

### সতর্কতা:

- সঠিক PPE ব্যবহার করা
- বেশি অয়েল না ব্যবহার করা
- ফিল্টার ভালোভাবে টাইট করা, কিন্তু অতিরিক্ত টাইট না করা
- ব্যবহৃত তেল খোলা জায়গায় না ফেলে নির্দিষ্ট কন্টেইনারে সংগ্রহ করা
- কাজ শেষে কর্মস্থল এবং সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি পরিষ্কার/রক্ষণাবেক্ষণ করা

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৩.৪.১

জবের নাম: লুব্রিকেশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লভস
- সেফটি গগলস

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- ফিল্টার রেঞ্জ
- কম্বিনেশন প্লায়াস
- সকেট সেট

### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- নতুন লুব অয়েল
- অয়েল ফিল্টার
- ওয়েস্ট কটন
- ন্যাপকিন
- ড্রেন প্লাগ ওয়াসার

### ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.৫

শিখন ফল-৫: ইগনিশন সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

১. ইগনিশন সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
২. প্রধান উপাদানগুলোর কার্যাবলি
৩. প্রধান উপাদানগুলো পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে পরিবর্তন

### ইগনিশন সিস্টেম:

যে পদ্ধতির মাধ্যমে বাতাস ও জ্বালানির মিশ্রণকে স্পার্ক প্লাগের সাহায্যে দহন ঘটায় তাকে ইগনিশন সিস্টেম বলে।

মোটরযান আবিষ্কারের পর থেকে এখন পর্যন্ত বিভিন্ন প্রকার দহন প্রক্রিয়া রয়েছে তার মধ্যে- ইগনিশন পদ্ধতি চার প্রকার যথা-

১. ব্যাটারি ইগনিশন পদ্ধতি।
২. ম্যাগনেটো ইগনিশন পদ্ধতি।
৩. সিডিআই ইগনিশন পদ্ধতি।
৪. ডিস্ট্রিবিউটর লেস ইগনিশন পদ্ধতি।

### ইগনিশন সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলি হলো-

ব্যাটারি: গাড়ির বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহকারী উৎস হিসেবে কাজ করে। ইঞ্জিন চালু করার জন্য এবং বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রাংশ সচল রাখতে ব্যাটারি অপরিহার্য।

ব্যাটারির কাজ: স্টার্টার মোটর চালানো, ইগনিশন সিস্টেমে বিদ্যুৎ সরবরাহ, লাইট ও অন্যান্য বৈদ্যুতিক যন্ত্রে শক্তি সরবরাহ, ভোল্টেজ স্থিতিশীল রাখা অলটারনেটরের সহায়ক

ব্যাটারির প্রধান অংশসমূহ: পজিটিভ এবং নেগেটিভ টার্মিনাল, ইলেকট্রোলাইট (অ্যাসিড ও ডি-wg bv .ij

IqvUvi মিশ্রণ, সীসা প্লেট সেপারেটর, কভার ও কেসিং

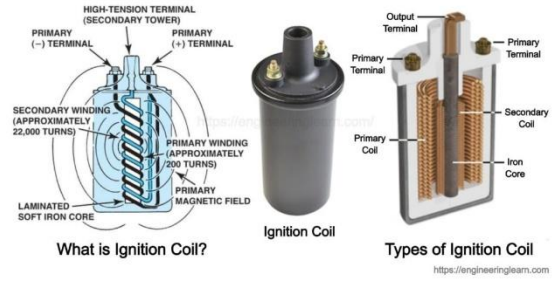
ব্যাটারির ধরন: লেড-অ্যাসিড ব্যাটারি, মেইনটেন্যান্স ফ্রি ব্যাটারি, লিথিয়াম-আয়ন ব্যাটারি— আধুনিক ইলেকট্রিক গাড়িতে বেশি ব্যবহৃত)



**ইগনিশন সুইচ:** এটি একটি সুইচ যা গাড়ির প্রধান বৈদ্যুতিক সিস্টেমগুলো চালু করে এবং স্টার্টার সোলেনয়েড ও ইগনিশন সিস্টেমকে শক্তি সরবরাহ করে, যার মাধ্যমে ইঞ্জিন চালু হয়।  
**কাজ:** বৈদ্যুতিক সিস্টেম সক্রিয় করা: গাড়ির রেডিও, পাওয়ার উইন্ডোজের মতো আনুষঙ্গিক সিস্টেমগুলো চালু করে।  
**ইঞ্জিন চালু করা:** স্টার্টার মোটর এবং ইগনিশন সিস্টেমকে শক্তি দিয়ে অভ্যন্তরীণ জ্বলন ইঞ্জিন চালু করতে সাহায্য করে।



**ইগনিশন কয়েল:** যা ব্যাটারির কম ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করে স্পার্ক প্লাগগুলিকে জ্বালানোর জন্য বিদ্যুৎ সরবরাহ করে, যার ফলে ইঞ্জিনের জ্বালানি-বাতাসের মিশ্রণ প্রজ্বলিত হয়। এর মধ্যে দুই ধরনের কয়েল থাকে যথা- ১. **প্রাইমারি কয়েল:** যার প্যাচ সংখ্যা-২০০-৩০০ (মোট তার দ্বারা)। ২. **সেকেন্ডারি কয়েল:** যার প্যাচ সংখ্যা-২০০০০-২২০০০ (চিকন তার)। যা ব্যাটারির ১২ ভোল্টেজকে ২০০০০ থেকে ৩০০০০ ভোল্টেজে রূপান্তর করে।



**ডিস্ট্রিবিউটর:** একটি যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক যন্ত্র, যা পুরনো স্পার্ক-ইগনিশন ইঞ্জিনে (যেমন পেট্রোল ইঞ্জিন) ব্যবহৃত হয়। এর মূল কাজ হলো ইগনিশন কয়েলের বিদ্যুৎকে সঠিক সময়ে প্রতিটি স্পার্ক প্লাগে পৌঁছে দেওয়া।

**ডিস্ট্রিবিউটরের কাজ:** বৈদ্যুতিক শক্তি বিতরণ: এটি ইগনিশন কয়েল থেকে উচ্চ ভোল্টেজের বিদ্যুৎকে একটি নির্দিষ্ট ক্রমে স্পার্ক প্লাগগুলোতে পাঠায়।

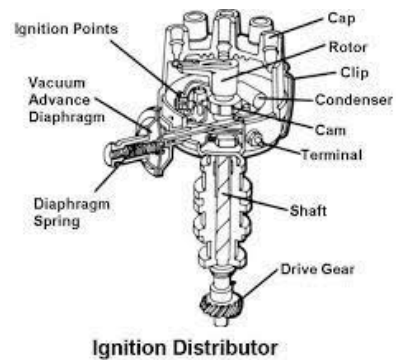
**সঠিক সময়ে স্পার্ক তৈরি:** প্রতিটি সিলিন্ডারে যখন জ্বালানি-বাতাসের মিশ্রণ প্রজ্বলিত হওয়ার জন্য প্রস্তুত হয়, তখন ডিস্ট্রিবিউটর ঠিক সেই মুহূর্তে স্পার্ক প্লাগে বিদ্যুৎ পাঠায়।



**ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফট:** এমন একটি যান্ত্রিক অংশ যা ইঞ্জিনের ক্যামশ্যাফট থেকে শক্তি গ্রহণ করে এবং ডিস্ট্রিবিউটর রোটরকে ঘোরায়, যার ফলে প্রতিটি স্পার্ক প্লাগে সঠিক সময়ে উচ্চ ভোল্টেজ সরবরাহ করা সম্ভব হয় এবং ইঞ্জিন চালু থাকে।

**ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফটের কাজ:** ক্যামশ্যাফটের হেলিকেল গিয়ারের সাথে সংযোগ:

শ্যাফটটি ইঞ্জিনের ক্যামশ্যাফটের সাথে যুক্ত থাকে। ঘূর্ণন শক্তি স্থানান্তর: ক্যামশ্যাফটের ঘূর্ণন শক্তি শ্যাফটের মাধ্যমে





**কন্ডেক্সার:** কন্ডেক্সাট পয়েন্ট রক্ষা করা: এটি ডিস্ট্রিবিউটরের কন্ডেক্সাট পয়েন্টকে স্পার্কিং বা জ্বলে যাওয়া থেকে বাঁচায়, যা ইঞ্জিনের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ।

**উচ্চ ভোল্টেজ তৈরি করা:** যখন কন্ডেক্সাট পয়েন্ট খোলে, তখন এটি একটি উচ্চ ভোল্টেজ তৈরি করে, যা স্পার্ক প্লাগে যায় এবং পেট্রলের মিশ্রণকে জ্বালাতে সাহায্য করে।

**স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করা:** কন্ডেক্সার ডিস্ট্রিবিউটরের কন্ডেক্সাট পয়েন্টকে নষ্ট হওয়া থেকে বাঁচিয়ে এর আয়ু বাড়ায়, যা ডিস্ট্রিবিউটরকে দীর্ঘদিন সচল রাখতে সাহায্য করে।



**ভ্যাকুয়াম অ্যাডভান্স:** লোড অনুযায়ী টাইমিং ঠিক করা ইঞ্জিন যখন কম লোডে চলে, তখন ভ্যাকুয়াম চাপ বেশি থাকে, তখন ভ্যাকুয়াম অ্যাডভান্স ইগনিশন টাইমিং কিছুটা এগিয়ে দেয়।

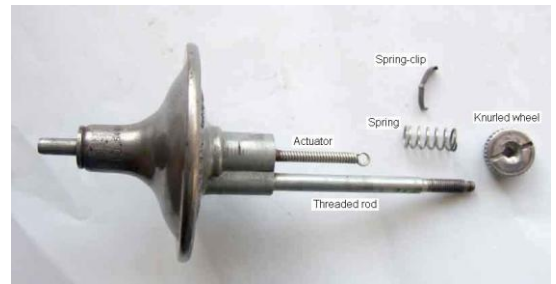
**ফুয়েল ইফিশিয়েন্সি বাড়ানো:** টাইমিং অ্যাডভান্স হওয়ায় জ্বালানি সম্পূর্ণভাবে দহন হয়, ফলে ফুয়েল সাশ্রয় হয়।

**ইঞ্জিন পারফরম্যান্স উন্নত করা:** ইঞ্জিন মসৃণভাবে চলে এবং কম্পন কম হয়।

**দূষণ কমানো:** দহন ভালোভাবে হওয়ায় ক্ষতিকর গ্যাস নির্গমন কম হয়।

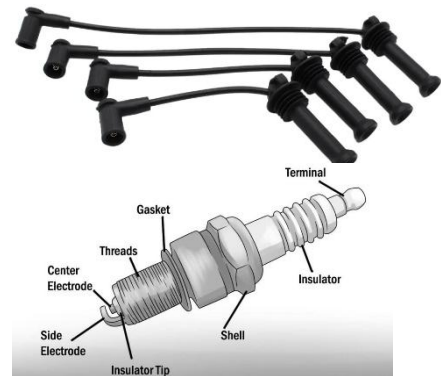


**হাইটেনশন লিড:** এটি ইগনিশন কয়েলের উচ্চ ভোল্টেজকে স্পার্ক প্লাগে স্থানান্তর করে।



**স্পার্ক প্লাগ:** ইগনিশন সিস্টেম থেকে আসা বৈদ্যুতিক প্রবাহকে গ্রহণ করা।

জ্বালানি ও বাতাসের মিশ্রণের মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ তৈরি করে একটি স্পার্ক বা স্ফুলিঙ্গ তৈরি করা। এই স্পার্ক দহন প্রক্রিয়ার সূচনা করে, যা ইঞ্জিনকে চলতে সাহায্য করে। স্পার্ক প্লাগের গ্যাপ ১.০০ থেকে ১.২০ মিমি. এটি শুধুমাত্র পেট্রোল ইঞ্জিনে থাকে।



**ইগনাইটর (ওমহরগুডুং):** উইট থেকে সিগন্যাল গ্রহণ করে এবং

ইগনিশন কয়েলকে নিয়ন্ত্রণ করে।

প্রাইমারী সার্কিটে কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে যাতে কয়েলে সঠিক সময়ে চৌম্বকীয় ক্ষেত্র তৈরি হয়।

ECU যখন স্পার্ক প্লাগে আগুন দেওয়ার সময় নির্ধারণ করে, তখন ইগনাইটর সেই নির্দেশনা অনুযায়ী কয়েলের সার্কিট অন-অফ করে। উচ্চ ভোল্টেজ সৃষ্টিতে সহায়তা করে যাতে স্পার্ক প্লাগে সঠিক ভোল্টেজ পৌঁছে ইঞ্জিনে জ্বালানি-বাতাসের মিশ্রণ প্রজ্জ্বলিত হয়।

ঠঠঐঐ-র ইঞ্জিনে সঠিক টাইমিং ও জ্বালানি দক্ষতা বজায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।



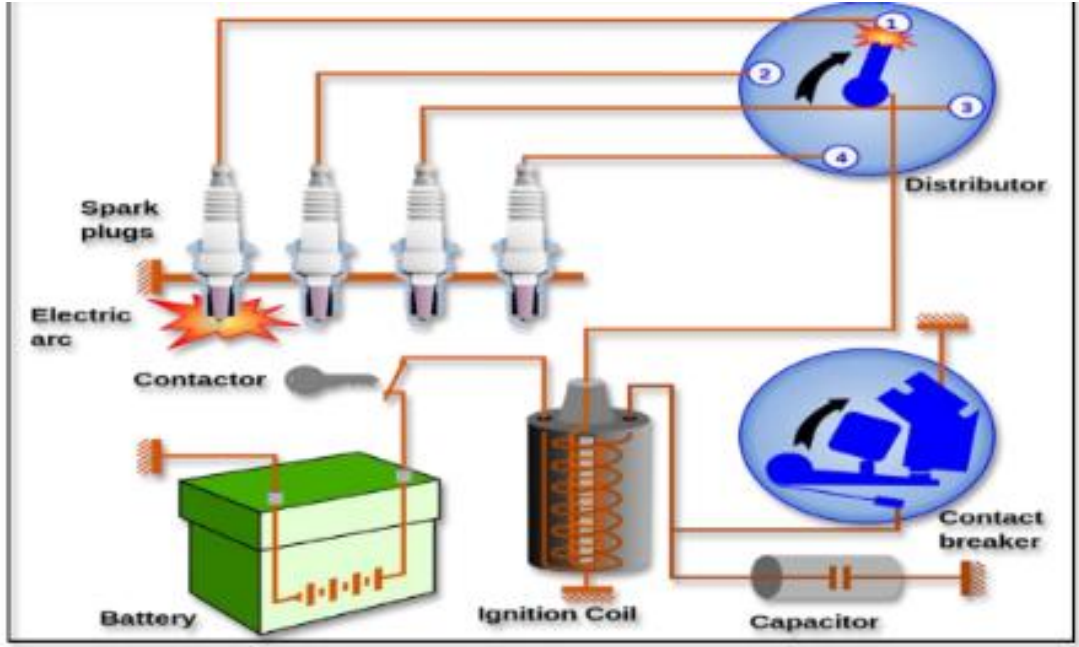
**ইগনিশন পদ্ধতি গুলোর ডায়াগ্রামসহ ব্যাখ্যা:**

ক. ব্যাটারী কয়েল ইগনিশন পদ্ধতির কার্যক্রম: ক নং চিত্রের সাহায্যে এই পদ্ধতির গঠন, আকার ও সংযোগ ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে। এই পদ্ধতিকে দুইটি সার্কিট বা বর্তনীতে ভাগ করা যায়। যেমন: (ক) প্রাইমারী ও (খ) সেকেন্ডারী সার্কিট। ব্যাটারী, অ্যাম্পের মিটার, ইগনিশন সুইচ, প্রাইমারী কয়েল, সি.বি. পয়েন্ট, কন্ডেন্সার ইত্যাদি প্রাইমারী সার্কিটের অন্তর্গত। ইগনিশন কয়েলের সেকেন্ডারী কয়েল, রোটর, হাইটেনশন লিড, সেন্ট্রাল কার্বন, ডিস্ট্রিবিউটর ক্যাপ এবং স্পার্ক প্লাগ ইত্যাদি সেকেন্ডারী সার্কিটের অন্তর্গত।

এমতাবস্থায় ইগনিশন সুইচ দেওয়ার সঙ্গে সঙ্গে বিদ্যুৎ ব্যাটারী হতে অ্যাম্পায়ার মিটার হয়ে ইগনিশন কয়েলের প্রাইমারী উইন্ডিং-এ যায়, তারপর সি.বি. পয়েন্টে এবং সবশেষে ব্যালাস্ট রেজিষ্টরে গিয়ে প্রাইমারী সার্কিট সম্পূর্ণ হয়। এটি প্রাইমারী সার্কিটের সাধারণ অবস্থা।

সি.বি. পয়েন্ট (contact breaker point) এবং রোটর ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফট দ্বারা পরিচালিত হয়। ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফট ইঞ্জিনের ক্যামশ্যাফট দ্বারা পরিচালিত হয়। ক্যামশ্যাফটের স্পীড ইঞ্জিন স্পীডের অর্ধেক (২:১)। ইঞ্জিন যখন ঘোরে ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফটটিও তখন ঘোরে। কারণ ক্র্যাকশ্যাফটের সাথে ক্যামশ্যাফটের সংযোগ থাকে চেইন, বেল্ট অথবা গিয়ারের মাধ্যমে। ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফটের যে ক্যামগুলি থাকে তার সাহায্যে সি. বি. পয়েন্ট খোলে ও বন্ধ হয়। ইঞ্জিনে যতগুলি সিলিন্ডার থাকে ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফটে ততগুলি লুব থাকে। ক্যামের উচ্চ অংশ যখন ব্রেকার আর্ম-এর সঙ্গে লাগে তখনই সি. বি. পয়েন্ট খুলে যায়। অর্থাৎ প্রাইমারী সার্কিটে বিদ্যুৎ প্রবাহ মুহূর্তের জন্য বন্ধ হয়ে যায় এবং সি. বি. পয়েন্টে চাপ সৃষ্টি হয়। এর ফলশ্রুতিতে ইগনিশন কয়েলের আয়রন কোরটি অধিক শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয় এবং এর প্রভাবে ইগনিশন কয়েলের সেকেন্ডারী উইন্ডিং-এ উচ্চ ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়। কারণ ইগনিশন কয়েলটি, যদিও ট্রান্সফরমার নয় তবুও এটা স্টেপ-আপ ট্রান্সফরমারের মত কাজ করে। ইগনিশন কয়েলের প্রাইমারী উইন্ডিং-এর তার থাকে মোটা এবং তারের পাঁচ থাকে কম। কিন্তু সেকেন্ডারী উইন্ডিং-এর তার থাকে সরু এবং তারের প্যাচ থাকে কয়েক শত গুণ বেশী। তাই সেকেন্ডারী উইন্ডিং-এ ১৮০০০ হতে ২২০০০ ভোল্টেজের সৃষ্টি হয় কনভেনশনাল ডিস্ট্রিবিউটরে, ইলেকট্রনিক্স ডিস্ট্রিবিউটরে ৪০-৫০ হাজার ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়। এই উচ্চ ভোল্টেজ ইগনিশন কয়েল থেকে হাইটেনশন লিডে যায় এবং সেন্ট্রাল কার্বন হয়ে ডিস্ট্রিবিউটর রোটরে যায়। রোটর ইঞ্জিনের ফায়ারিং ক্রম অনুসারে যখন ডিস্ট্রিবিউটরের যে টার্মিনালের সঙ্গে স্পর্শ করবে তখনই সেই সিলিন্ডারে অতি উচ্চ ভোল্টেজে ফায়ারিং হবে। স্পার্ক প্লাগের মধ্য সেন্টার ইলেকট্রডের মাধ্যমে এবং স্পার্ক প্লাগের গ্রাউন্ড ইলেকট্রডের মাধ্যমে আর্থ হয়ে সার্কিট সম্পূর্ণ করবে। রোটর ডিস্ট্রিবিউটর শ্যাফটের মাথায় বসানো থাকে।

সি. বি. পয়েন্ট প্রতি সেকেন্ডে কয়েকবার খুলে এবং বন্ধ হয় বলেই ইগনিশন কয়েলের সাহায্যে পুনঃ পুনঃ উচ্চ ভোল্টেজ তৈরী করা সম্ভবপর হয়। সি. বি. পয়েন্ট খুলে গেলে প্রাইমারী লাইনে সহসা বিদ্যুৎ প্রবাহ ব্যাহত হয় এবং লাইনে চাপের সৃষ্টি হয়। ফলে আয়রন কোরটি শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়। এর প্রভাবে সরু এবং বেশী প্যাচানো তারে উচ্চ ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়। প্রাইমারী লাইনে সাধারণত ১০ থেকে ১২ ভোল্ট থাকে। কিন্তু সেকেন্ডারী লাইনে ১৮০০০ থেকে ২২০০০ ভোল্ট থাকে। সি. বি. পয়েন্ট যখন খুলে তখন যে আর্ক-এর সৃষ্টি হয় তার ফলে প্রাইমারী লাইনে কিছু বাড়তি ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়। প্রাইমারী লাইন এবং সি. বি. পয়েন্ট পুড়ে যাওয়ার কথা, কিন্তু কন্ডেন্সার অতিরিক্ত ভোল্টেজ নিজে গ্রহণ করে নেয়। ফলে প্রাইমারী লাইন এবং সি. বি. পয়েন্ট পুড়ে যাওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

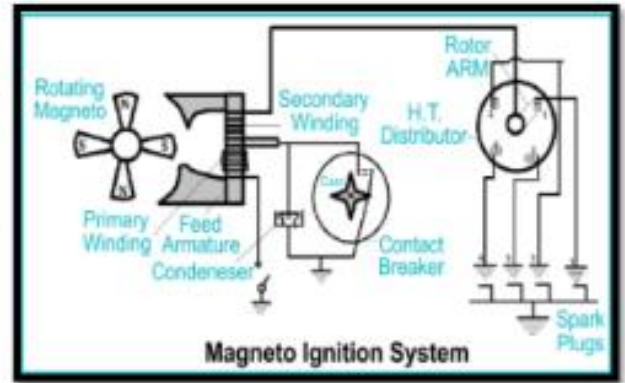


চিত্র: (ক) ব্যাটারী কয়েল ইগনিশন পদ্ধতি

খ. ম্যাগনেটো ইগনিশন পদ্ধতির কার্যক্রম:

ম্যাগনেটো ইগনিশন হল একটি পুরানো ধরনের ইগনিশন সিস্টেম যা স্পার্ক-ইগনিশন ইঞ্জিনে (যেমন পেট্রোল ইঞ্জিনে) ব্যবহৃত হয়। এটি স্পার্ক প্রাণের জন্য উচ্চ ভোল্টেজ তৈরি করতে একটি ম্যাগনেটো এবং একটি ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়।

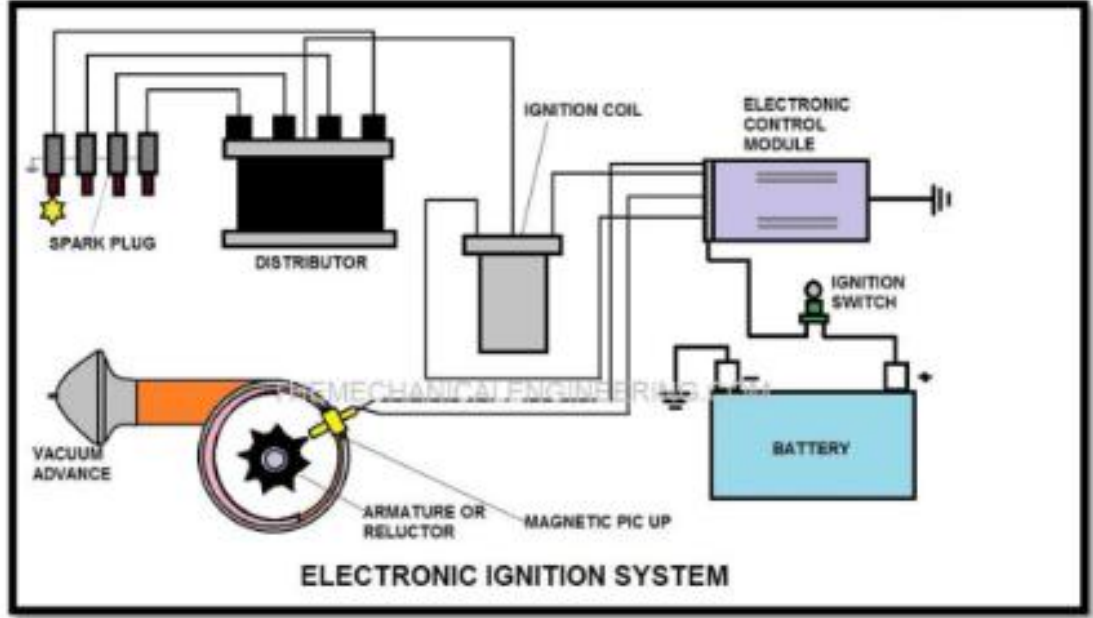
ম্যাগনেটো ইগনিশন সিস্টেম উচ্চ গতি এবং উচ্চ অভ্যন্তরীণ কম্প্রেশন দ্বারা চিহ্নিত একটি অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনের জন্য একটি শক্তিশালী ইগনিশন সিস্টেমের প্রয়োজন হয় যখন তখন স্পার্ক প্রাণ থেকে অভ্যন্তরীণ উচ্চ ইগনিশন তৈরি করতে সক্ষম যা স্পার্ক প্রাণগুলিকে তার উৎস হিসাবে নিযুক্ত করে, ইগনিশনের জন্য প্রয়োজনীয় স্পার্ক তৈরি করতে ও বৈদ্যুতিক শক্তি ইনপুট গ্রহণ করে থাকে।



চিত্র (খ): ম্যাগনেটো ইগনিশন সিস্টেম

গ. ইলেকট্রনিক্স ইগনিশন পদ্ধতির কার্যক্রম:

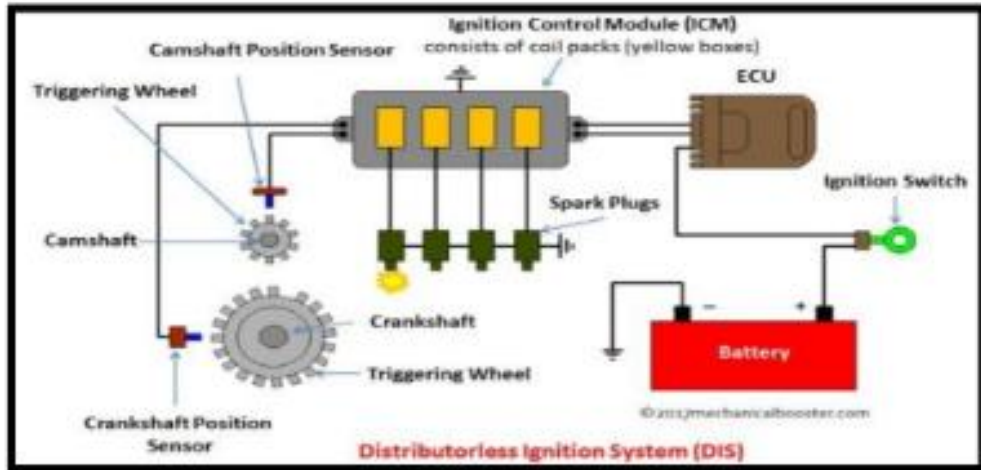
ইলেকট্রনিক ইগনিশন সিস্টেম ইলেকট্রনিক সার্কিটের মাধ্যমে কাজ করে, সাধারণত এই সার্কিটে ট্রানজিস্টর ব্যবহার করে যা বৈদ্যুতিক শক্তি তৈরি করতে সেপার দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। ইহা ইঞ্জিনের মিশ্রণকে ছালাতে সক্ষম একটি উচ্চ-ভোল্টেজ স্পার্ক তৈরি করে,



চিত্র (গ): ইলেকট্রনিক্স ইগনিশন সিস্টেম

ঘ. ডিস্ট্রিবিউটর বিহীন ইগনিশন পদ্ধতির কার্যক্রম

ডিস্ট্রিবিউটর বিহীন ইগনিশন সিস্টেম (ডিআইএস) হল যেখানে ইলেকট্রনিক ইগনিশন সিস্টেম ডিস্ট্রিবিউটরকে ইন্ডাকশন কয়েলের সংখ্যা দিয়ে প্রতিস্থাপিত করা হয় যেমন সিলিন্ডার প্রতি একটি কয়েল বা একজোড়া সিলিন্ডারের জন্য একটি কয়েল, এবং স্পার্কের সময় একটি ইগনিশন কন্ট্রোল ইউনিট দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয় ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিট (ECU), যা এই সিস্টেমটিকে আরও দক্ষ এবং সঠিক করে তোলে। একাধিক ইগনিশন কয়েল ব্যবহারের কারণে যা স্পার্ক প্লাগগুলিতে সরাসরি ভোল্টেজ সরবরাহ করে। এই সিস্টেমটি ডাইরেক্ট ইগনিশন সিস্টেম (DIS) নামেও পরিচিত।



চিত্র (ঘ): ডিস্ট্রিবিউটর বিহীন ইগনিশন সিস্টেম

## সেলফ চেক (Self Check)-৩.৫

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. ইগনিশন সিস্টেমের মূল কাজ কী?  
ক) ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখা    খ) জ্বালানি ও বাতাস মেশানো    গ) স্পার্ক তৈরি করে জ্বালানি জ্বালানো  
ঘ) তেল চাপ নিয়ন্ত্রণ করা
২. স্পার্ক প্লাগের কাজ হলো  
ক) ইঞ্জিন ঠান্ডা করা    খ) স্পার্ক তৈরি করা    গ) ফুয়েল পাঠানো  
ঘ) ব্যাটারি চার্জ করা
৩. ইগনিশন কয়েল কী করে?  
ক) ব্যাটারির ভোল্টেজ বাড়ায়    খ) কুলিং সিস্টেম চালায়    গ) তেল সরবরাহ করে  
ঘ) গিয়ার ঘোরায়
৪. ডিস্ট্রিবিউটর কোথায় ব্যবহৃত হয়?  
ক) ফুয়েল সিস্টেমে    খ) ইগনিশন সিস্টেমে    গ) কুলিং সিস্টেমে  
ঘ) লুব্রিকেশন সিস্টেমে
৫. কনডেন্সারের কাজ কী?  
ক) ফুয়েল ইনজেক্ট করা    খ) সিবি পয়েন্টকে রক্ষা করা    গ) কুলিং করা  
ঘ) ব্যাটারি চার্জ করা
৬. ইগনিশন টাইমিং ঠিক না হলে কী হয়?  
ক) ইঞ্জিন মসৃণ চলে    খ) ইঞ্জিন নকিং হয়    গ) ব্যাটারি দ্রুত চার্জ হয়  
ঘ) গাড়ির গতি বাড়ে
৭. আধুনিক ইঞ্জিনে কোন ধরনের ইগনিশন সিস্টেম বেশি ব্যবহৃত হয়?  
ক) মেকানিক্যাল    খ) ইলেকট্রনিক    গ) ভ্যাকুয়াম  
ঘ) হাইড্রোলিক
৮. স্পার্ক প্লাগের গ্যাপ সঠিক না হলে  
ক) ব্যাটারি নষ্ট হয়    খ) স্পার্ক ঠিকমতো হয় না    গ) ফুয়েল পাম্প বন্ধ হয়  
ঘ) কুল্যান্ট কমে যায়
৯. ইগনিশন সিস্টেমের শক্তির উৎস কী?  
ক) কার্বুরেটর    খ) ব্যাটারি    গ) কুল্যান্ট  
ঘ) অলটারনেটর
১০. ইলেকট্রনিক ইগনিশন সিস্টেমে ডিস্ট্রিবিউটরের পরিবর্তে কী ব্যবহৃত হয়?  
ক) রিলে    খ) ECU    গ) ওয়াটার পাম্প  
ঘ) ক্র্যাঙ্কশ্যাফট

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১১. ইগনিশন সিস্টেমের কাজ কী?
১২. ইগনিশন কয়েলের কাজ কী?
১৩. স্পার্ক প্লাগ কোথায় ব্যবহৃত হয়?
১৪. কনডেন্সারের কাজ কী?
১৫. ইগনিশন টাইমিং ঠিক না হলে কী হয়?

১৬. আধুনিক ইঞ্জিনে কোন ধরনের ইগনিশন সিস্টেম ব্যবহার হয়?
১৭. ব্যাটারি ইগনিশন সিস্টেম কীভাবে কাজ করে?
১৮. ডিস্ট্রিবিউটরের কাজ কী?
১৯. স্পার্ক প্লাগের গ্যাপ বেশি হলে কী হয়?
২০. ECU ইগনিশন সিস্টেমে কী করে?

### উত্তরপত্র (Answer Key) - ৩.৫

#### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. গ) স্পার্ক তৈরি করে জ্বালানি জ্বালানো
২. খ) স্পার্ক তৈরি করা
৩. ক) ব্যাটারির ভোল্টেজ বাড়ায়
৪. খ) ইগনিশন সিস্টেমে
৫. খ) সিবি পয়েন্টকে রক্ষা করা
৬. খ) ইঞ্জিন নকিং হয়
৭. খ) ইলেকট্রনিক
৮. খ) স্পার্ক ঠিকমতো হয় না
৯. খ) ব্যাটারি
১০. খ) ECU

#### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১১. উত্তর:- জ্বালানি-বাতাস মিশ্রণকে স্পার্কের মাধ্যমে জ্বালানো।
১২. উত্তর:- ব্যাটারির নিম্ন ভোল্টেজকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করা।
১৩. উত্তর:- ইঞ্জিন সিলিন্ডারে জ্বালানি প্রজ্বলিত করার জন্য।
১৪. উত্তর:- কন্টাক্ট পয়েন্টে স্পার্ক কমানো ও ভোল্টেজ বাড়াতে সাহায্য করা।
১৫. উত্তর:- ইঞ্জিন মিসফায়ার বা নকিং হয়।
১৬. উত্তর:- ইলেকট্রনিক ইগনিশন সিস্টেম।
১৭. উত্তর:- ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ নিয়ে কয়েলের মাধ্যমে উচ্চ ভোল্টেজ তৈরি করে স্পার্ক প্লাগে পাঠায়।
১৮. উত্তর:- স্পার্ক প্লাগে সঠিক সময়ে ভোল্টেজ সরবরাহ করা।
১৯. উত্তর:- স্পার্ক দুর্বল হয় বা স্পার্ক নাও হতে পারে।
২০. উত্তর:- স্পার্কের সময় ও ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রণ করে।

## জব শীট (Job Sheet) - ৩.৫.১

জবের নাম: ইগনিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ-

১. ব্যাটারির পজিটিভ ও নেগেটিভ টার্মিনাল চিহ্নিত করা।
২. ইগনিশন কয়েল সনাক্ত করা ও ভোল্টেজ পরীক্ষা করা।
৩. ডিস্ট্রিবিউটর বা ইগনিশন মডিউল পরীক্ষা করা।
৪. স্পার্ক প্লাগ খুলে গ্যাপ চেক করা ও পরিষ্কার করা।
৫. স্পার্ক টেস্টারের মাধ্যমে স্পার্ক পরীক্ষা করা।
৬. প্রয়োজনে নষ্ট স্পার্ক প্লাগ বা কয়েল পরিবর্তন করা।
৭. পুনরায় সবকিছু সংযোগ করে ইঞ্জিন স্টার্ট দিয়ে টেস্ট করা।

### সতর্কতা:

- ব্যাটারির সাথে কাজ করার সময় সাবধান থাকতে হবে।
- ইগনিশন সিস্টেমের উচ্চ ভোল্টেজ স্পর্শ করা যাবে না।
- সঠিক যন্ত্রপাতি ব্যবহার করতে হবে।
- ধাতব গয়না বা আংটি পরে কাজ করা ঠিক নয়।
- ইঞ্জিন চালু অবস্থায় ঘূর্ণায়মান অংশ থেকে দূরে থাকতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৩.৫.১

জবের নাম: ইগনিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

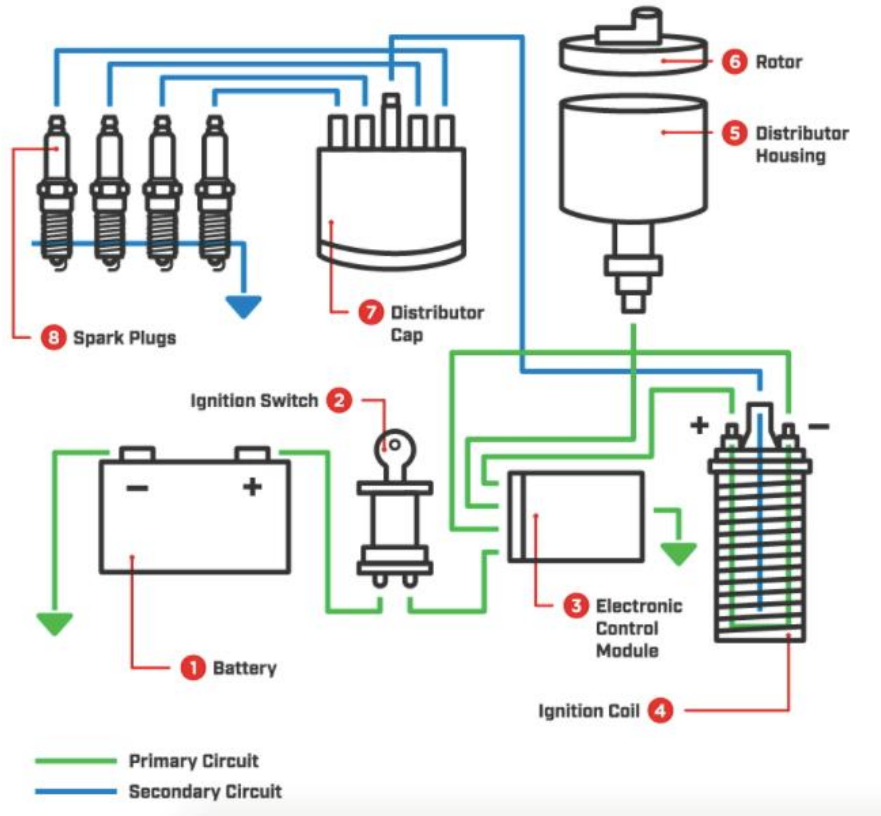
### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্ট:

- স্কু ড্রাইভার সেট
- মাল্টিমিটার
- কম্বিনেশন প্লায়াস
- সকেট সেট
- স্পানার রেঞ্জ

### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- স্পাক প্লাগ
- হাইটেনশন লিড
- স্পাক টেস্টার
- ব্যাটারি
- ইগনিশন কয়েল
- ডিস্ট্রিবিউটর/ইলেকট্রনিক মডিউল (যদি থাকে)

### ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৩.৬

শিখন ফল-৬: বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেমের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

১. রিলে, ফিউজ ও ফিউজ বক্স পরিদর্শন
২. ত্রুটিযুক্ত যেকোনো উপাদান মেরামত বা প্রতিস্থাপন
৩. ECU (Engine Control Unit)/ECM (Engine Control Module) এবং BCM (Body Control Module) পরীক্ষাকরন এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন
৪. ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর/কনডেন্সার ও আইসি (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট) পরীক্ষাকরন

### রিলে, ফিউজ ও ফিউজ বক্স পরিদর্শনঃ

রিলে ও ফিউজ বৈদ্যুতিক সার্কিটকে অতিরিক্ত কারেন্ট ও শর্ট সার্কিট থেকে সুরক্ষা দেয়। ফিউজ বক্স বিভিন্ন অস্বাভাবিক সিস্টেমে বিদ্যুৎ বিতরণ করে।

গাড়ির বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য রিলে, ফিউজ এবং ফিউজ বক্স নিয়মিত ও পদ্ধতিগতভাবে পরিদর্শন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। এই উপাদানগুলো সার্কিট সুরক্ষা ও নিয়ন্ত্রণে প্রধান ভূমিকা পালন করে।

#### ১) রিলে (Relay) পরিদর্শন

- রিলের বাহ্যিক অবস্থা পরীক্ষা করা হয়—কোনো ফাটল, পোড়া দাগ, গলন বা ভাঙা অংশ আছে কি না।
- রিলের টার্মিনালগুলো টিলা, মরিচা ধরা বা অক্সিডেশন হয়েছে কি না তা দেখা হয়।
- মাল্টিমিটার ব্যবহার করে রিলের কয়েল রেজিস্ট্যান্স ও কন্টাক্টের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা হয়।
- রিলে অপারেট করার সময় “ক্লিক” শব্দ হচ্ছে কি না এবং লোড সঠিকভাবে অন-অফ হচ্ছে কি না যাচাই করা হয়।
- ত্রুটিপূর্ণ বা নির্ধারিত মানের বাইরে কাজ করা রিলে প্রতিস্থাপনের সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

#### ২) ফিউজ (Fuse) পরিদর্শন

- প্রতিটি ফিউজ নির্ধারিত অ্যাম্পিয়ার রেট অনুযায়ী সঠিক স্থানে বসানো আছে কি না তা যাচাই করা হয়।
- ফিউজের ভিতরের ফিলামেন্ট কাটা বা পুড়ে গেছে কি না চোখে দেখে পরীক্ষা করা হয়।
- টেস্ট ল্যাম্প বা মাল্টিমিটার দিয়ে ফিউজের কন্টিনিউটি চেক করা হয়।
- অতিরিক্ত তাপ, কালচে দাগ বা টিলা সংযোগ থাকলে তা নোট করা হয়।
- নষ্ট ফিউজ একই রেটিং-এর নতুন ফিউজ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয় (বেশি অ্যাম্পিয়ার ফিউজ ব্যবহার করা নিষিদ্ধ)।

#### ৩) ফিউজ বক্স (Fuse Box) পরিদর্শন

- ফিউজ বক্সের ঢাকনা, লকিং ব্যবস্থা ও সিল ঠিক আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- ফিউজ বক্সের ভিতরে পানি, ধুলো, তেল বা ময়লা জমেছে কি না দেখা হয়।
- ফিউজ হোল্ডার ও বাসবারে মরিচা, টিলা সংযোগ বা অতিরিক্ত তাপের চিহ্ন আছে কি না যাচাই করা হয়।
- সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ফিউজ ও রিলের অবস্থান সঠিক আছে কি না মিলিয়ে দেখা হয়।

- প্রয়োজন হলে কন্টাক্ট ক্লিনার দিয়ে পরিষ্কার করা হয় এবং টিলা সংযোগ শক্ত করা হয়।

#### ৪) নিরাপত্তা ও মান বজায় রাখা

- সব পরিদর্শন কাজ ইগনিশন বন্ধ ও ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করে করা হয়।
- প্রস্তুতকারকের সার্ভিস ম্যানুয়াল ও বৈদ্যুতিক ডায়াগ্রাম অনুসরণ করা হয়।
- ত্রুটি শনাক্ত হলে তা রিপোর্ট করা হয় এবং ভবিষ্যৎ ক্ষতি রোধে যথাযথ ব্যবস্থা নেওয়া হয়।

#### ত্রুটিযুক্ত কম্পোনেন্ট/উপাদান মেরামত বা প্রতিস্থাপনঃ

গাড়ির বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেমের নির্ভরযোগ্য ও নিরাপদ কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য যেকোনো ত্রুটিপূর্ণ (faulty) উপাদান সময়মতো শনাক্ত করে তা মেরামত অথবা প্রতিস্থাপন করা হয় অত্যন্ত পরিকল্পিত ও মানসম্মত পদ্ধতিতে। এর বিস্তারিত বিবরণ নিম্নরূপঃ

#### ১) ত্রুটিপূর্ণ উপাদান শনাক্তকরণ

- পরিদর্শন ও পরীক্ষার মাধ্যমে নষ্ট বা অকার্যকর উপাদান যেমন রিলে, ফিউজ, সুইচ, সেন্সর, কানেক্টর, তার (wiring), লোড ডিভাইস ইত্যাদি চিহ্নিত করা হয়।
- মাল্টিমিটার, টেস্ট ল্যাম্প, স্ক্যান টুল ব্যবহার করে ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স, কন্টিনিউটি ও সিগন্যাল পরীক্ষা করা হয়।
- শর্ট সার্কিট, ওপেন সার্কিট, অতিরিক্ত রেজিস্ট্যান্স, ওভারহিটিং বা অনিয়মিত অপারেশনের লক্ষণ নোট করা হয়।

#### ২) মেরামত (Repair) কার্যক্রম

- টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত কানেকশন শক্ত করা এবং জং ধরা টার্মিনাল পরিষ্কার করা হয়।
- কাটা বা ক্ষতিগ্রস্ত তার ঠিক করা, সোল্ডারিং বা ক্রিম্পিং করে ইনসুলেশন পুনরায় দেওয়া হয়।
- নোংরা বা অক্লিডাইজড কন্টাক্ট কন্টাক্ট ক্লিনার দিয়ে পরিষ্কার করা হয়।
- ছোটখাটো ত্রুটি যেমন টিলা সুইচ, ক্ষতিগ্রস্ত সকেট বা কানেক্টর প্রয়োজন অনুযায়ী মেরামত করা হয়।

#### ৩) প্রতিস্থাপন (Replacement) কার্যক্রম

- সম্পূর্ণ নষ্ট বা নিরাপত্তার জন্য ঝুঁকিপূর্ণ উপাদান যেমন পুড়ে যাওয়া রিলে, ফিউজ, সেন্সর বা কন্ট্রোল ইউনিট প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী নতুন অংশ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- প্রতিস্থাপনের সময় সঠিক রেটিং (ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার, রেজিস্ট্যান্স) ও মডেল মিলিয়ে নেওয়া হয়।
- অস্থায়ী বা নিম্নমানের যন্ত্রাংশ ব্যবহার এড়িয়ে চলা হয়।

#### ৪) নিরাপত্তা ও মান নিয়ন্ত্রণ

- সব মেরামত ও প্রতিস্থাপন কাজ ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করে সম্পন্ন করা হয়।
- প্রস্তুতকারকের সার্ভিস ম্যানুয়াল ও সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুসরণ করা হয়।
- কাজ শেষে পুনরায় টেস্ট করে নিশ্চিত করা হয় যে সিস্টেমটি সঠিকভাবে কাজ করছে এবং কোনো ত্রুটি রয়ে যায়নি।

#### ৫) কার্যকারিতা যাচাই

- মেরামত বা প্রতিস্থাপনের পর সংশ্লিষ্ট সার্কিট ও লোড পরীক্ষা করা হয়।
- ইন্ডিকেটর লাইট, সেন্সর রিডিং, রিলে অপারেশন ও সংশ্লিষ্ট ফাংশন স্বাভাবিক আছে কি না যাচাই করা হয়।
- নিশ্চিত করা হয় যে গাড়ির বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেম নিরাপদ, স্থিতিশীল ও কার্যকর অবস্থায় রয়েছে।

এই প্রক্রিয়ায় ত্রুটিপূর্ণ উপাদান প্রতিস্থাপন বা মেরামতের মাধ্যমে গাড়ির Auxiliary Electrical and Electronics System দীর্ঘস্থায়ী, নির্ভরযোগ্য ও নিরাপদভাবে পরিচালনা করা সম্ভব হয়।

## ECU/ECM ও BCM পরীক্ষাকরন/পরিদর্শন এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপনঃ

আধুনিক যানবাহনের ইঞ্জিন, বডি ও সহায়ক বৈদ্যুতিক সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণে ECU/ECM এবং BCM অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কন্ট্রোল ইউনিট। এসব মডিউল সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিয়মিত পরিদর্শন করা এবং ত্রুটি থাকলে যথাযথভাবে মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা নিরাপদ ও নির্ভরযোগ্য অপারেশনের জন্য অপরিহার্য।

### ১) ECU/ECM ও BCM-এর ভূমিকা সংক্ষেপে-

- **ECU/ECM:** ইঞ্জিনের ফুয়েল ইনজেকশন, ইগনিশন টাইমিং, এমিশন কন্ট্রোল, সেন্সর ডেটা প্রসেসিং ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করে।
- **BCM:** লাইটিং সিস্টেম, পাওয়ার উইন্ডো, সেন্ট্রাল লকিং, ওয়াইপার, হর্ন, ইন্ডিকেটর, ইন্টেরিয়র ইলেকট্রনিক ফাংশন ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করে।

### ২) পরিদর্শন (Inspection) পদ্ধতি-

- **ভিজুয়াল চেক:** মডিউলের কেসিংয়ে ফাটল, পোড়া দাগ, পানি ঢোকার চিহ্ন, অতিরিক্ত তাপের লক্ষণ আছে কি না দেখা হয়।
- **কানেক্টর ও ওয়্যারিং:** পিন বেকে গেছে কি না, ঢিলা সংযোগ, মরিচা বা অক্সিডেশন আছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- **পাওয়ার ও গ্রাউন্ড টেস্ট:** মাল্টিমিটার দিয়ে নির্ধারিত ভোল্টেজ সাপ্লাই ও গ্রাউন্ড কন্টিনিউটি যাচাই করা হয়।
- **ডায়াগনস্টিক স্ক্যান:** স্ক্যান টুল দিয়ে DTC (Diagnostic Trouble Code) পড়া, লাইভ ডেটা মনিটরিং ও মডিউল কমিউনিকেশন (CAN/LIN) চেক করা হয়।
- **ফাংশনাল টেস্ট:** সংশ্লিষ্ট সিস্টেম (ইঞ্জিন পারফরম্যান্স, লাইটিং, লকিং ইত্যাদি) স্বাভাবিকভাবে কাজ করছে কি না যাচাই করা হয়।

### ৩) ত্রুটি শনাক্তকরণ-

- মডিউল কমিউনিকেশন ফেইল, রিকারিং কোড, অনিয়মিত অপারেশন বা সম্পূর্ণ ফাংশন লস হলে তা নোট করা হয়।
- পাওয়ার/গ্রাউন্ড ঠিক থাকা সত্ত্বেও আউটপুট না পাওয়া গেলে মডিউল ত্রুটির সম্ভাবনা বিবেচনা করা হয়।
- পানি বা শর্ট সার্কিটজনিত ক্ষতি থাকলে বাঁকি মূল্যায়ন করা হয়।

### ৪) মেরামত (Repair), যেখানে প্রয়োজ্য-

- ঢিলা কানেকশন শক্ত করা, পিন পরিষ্কার করা ও কন্টাক্ট ক্লিনার ব্যবহার।
- ওয়্যারিং হারনেসে কাটা/ক্ষতিগ্রস্ত তার মেরামত।
- সফটওয়্যার সংক্রান্ত সমস্যায় **রিপ্রোগ্রামিং/রিফ্ল্যাশ** (প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুযায়ী)।

### ৫) প্রতিস্থাপন (Replacement)

- মডিউল সম্পূর্ণ নষ্ট, পানিতে ক্ষতিগ্রস্ত বা মেরামতযোগ্য না হলে **OEM স্পেসিফিকেশন** অনুযায়ী নতুন/রিম্যানুফ্যাকচার্ড মডিউল দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- প্রতিস্থাপনের সময় **মডেল, পার্ট নম্বর, কনফিগারেশন** মিলিয়ে নেওয়া হয়।
- প্রয়োজন হলে **কোডিং/লার্নিং/ইমোবিলাইজার ম্যাচিং** সম্পন্ন করা হয়।

### ৬) নিরাপত্তা ও মান নিয়ন্ত্রণ

- কাজ শুরুর আগে ব্যাটারির **নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন** করা হয়।
- ESD (Electrostatic Discharge) থেকে সুরক্ষায় সতর্কতা অবলম্বন করা হয়।
- প্রস্তুতকারকের সার্ভিস ম্যানুয়াল, সার্কিট ডায়াগ্রাম ও টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করা হয়।

৭) কাজ শেষে যাচাই

- সব কানেকশন পুনরায় পরীক্ষা করে স্ক্যান টুল দিয়ে কোড ক্লিয়ার করা হয়।
- রোড টেস্ট/ফাংশন টেস্ট করে নিশ্চিত করা হয় যে ECU/ECM ও BCM সংশ্লিষ্ট সব সিস্টেম স্বাভাবিকভাবে কাজ করছে।

এইভাবে ECU/ECM ও BCM সঠিকভাবে পরিদর্শন এবং প্রয়োজন অনুযায়ী মেরামত বা প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে যানবাহনের **Electrical and Electronic System** নিরাপদ, নির্ভরযোগ্য ও কার্যকর রাখা সম্ভব হয়।

**ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর/কনডেনসার এবং IC (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট) পরীক্ষাঃ**

আধুনিক যানবাহনের ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল সিস্টেম যেমন ECU, BCM, সেন্সর সার্কিট, চার্জিং ও সিগন্যাল কন্ডিশনিং ইউনিটে ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর এবং IC অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ইলেকট্রনিক উপাদান। এসব উপাদান সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নির্ভুলভাবে পরীক্ষা করা প্রয়োজন।

১) ট্রানজিস্টর (Transistor) পরীক্ষা-

- ট্রানজিস্টরের বাহ্যিক অবস্থা পর্যবেক্ষণ করা হয়—পোড়া দাগ, ফাটল বা অতিরিক্ত তাপের চিহ্ন আছে কি না।
- মাল্টিমিটারের **ডায়োড টেস্ট মোড** ব্যবহার করে ট্রানজিস্টরের **Base-Emitter** এবং **Base-Collector** জাংশন পরীক্ষা করা হয়।
- নির্ধারিত দিক অনুযায়ী ভোল্টেজ ড্রপ স্বাভাবিক আছে কি না যাচাই করা হয়।
- শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিট পাওয়া গেলে ট্রানজিস্টরকে ত্রুটিপূর্ণ হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।
- প্রয়োজনে সার্কিট থেকে ট্রানজিস্টর আলাদা করে (**out of circuit**) পরীক্ষা করা হয় যাতে সঠিক ফলাফল পাওয়া যায়।

২) ক্যাপাসিটর / কনডেনসার (Capacitor / Condenser) পরীক্ষা-

- ক্যাপাসিটরের গায়ে ফোলা, লিকেজ, ফাটল বা পোড়া দাগ আছে কি না ভিজুয়ালি পরীক্ষা করা হয়।
- মাল্টিমিটার দিয়ে **ক্যাপাসিট্যান্স ভ্যালু** পরীক্ষা করা হয় এবং তা নির্ধারিত মানের সঙ্গে তুলনা করা হয়।
- ইলেক্ট্রোলাইটিক ক্যাপাসিটরের ক্ষেত্রে **পোলারিটি (+ / -)** সঠিক আছে কি না নিশ্চিত করা হয়।
- শর্ট বা ওপেন ক্যাপাসিটর শনাক্ত করা হয়।
- দুর্বল বা মানহীন ক্যাপাসিটর থাকলে তা সার্কিটের স্থিতিশীলতা নষ্ট করতে পারে, তাই প্রয়োজন হলে প্রতিস্থাপনের সুপারিশ করা হয়।

৩) IC (Integrated Circuit) পরীক্ষা-

- IC-এর প্যাকেজে ফাটল, পোড়া দাগ বা পিন ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে কি না দেখা হয়।
- IC-এর পাওয়ার সাপ্লাই পিনে সঠিক ভোল্টেজ পৌঁছাচ্ছে কি না মাল্টিমিটার দিয়ে পরীক্ষা করা হয়।
- ইনপুট ও আউটপুট পিনে প্রত্যাশিত সিগন্যাল আছে কি না যাচাই করা হয় (সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী)।
- স্ক্যান টুল বা ডায়াগনস্টিক ডিভাইস ব্যবহার করে IC-ভিত্তিক কন্ট্রোল মডিউলের ফাংশন পরীক্ষা করা হয়।
- যদি পাওয়ার ও গ্রাউন্ড ঠিক থাকার পরও IC সঠিকভাবে কাজ না করে, তবে সেটিকে ত্রুটিপূর্ণ হিসেবে শনাক্ত করা হয়।

৪) নিরাপত্তা ও সতর্কতা-

- পরীক্ষা করার আগে ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল বিচ্ছিন্ন করা হয়।
- ইলেকট্রোস্ট্যাটিক ডিসচার্জ (ESD) থেকে রক্ষা পেতে সতর্কতা অবলম্বন করা হয়।
- প্রস্তুতকারকের সার্ভিস ম্যানুয়াল ও সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুসরণ করা হয়।
- সংবেদনশীল ইলেকট্রনিক উপাদানে অতিরিক্ত তাপ বা ভুল সংযোগ এড়িয়ে চলা হয়।

৫) ফলাফল মূল্যায়ন-

- পরীক্ষার ফল অনুযায়ী কার্যকর ও ত্রুটিপূর্ণ উপাদান আলাদা করা হয়।
- ত্রুটিপূর্ণ ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর বা IC মেরামতযোগ্য না হলে প্রতিস্থাপনের সুপারিশ করা হয়।
- কাজ শেষে সার্কিট পুনরায় পরীক্ষা করে নিশ্চিত করা হয় যে সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে।

এইভাবে ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর/কনডেনসার এবং IC যথাযথভাবে পরীক্ষা করার মাধ্যমে যানবাহনের **Electrical and Electronic System** নির্ভরযোগ্য, স্থিতিশীল ও দীর্ঘস্থায়ী রাখা সম্ভব হয়।

## সেলফ চেক (Self Check) - ৩.৬

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. অটোমোবাইল বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ফিউজের কাজ কী?
২. রিলে কেন অটোমোবাইল সার্কিটে ব্যবহার করা হয়?
৩. ফিউজ বক্সের গুরুত্ব কী?
৪. ফিউজ পরীক্ষা করার দুটি পদ্ধতি লিখ।
৫. ত্রুটিযুক্ত বৈদ্যুতিক কম্পোনেন্ট প্রতিস্থাপনের আগে কী করতে হবে?
৬. ECU/ECM-এর প্রধান কাজ কী?
৭. BCM কোন কোন সিস্টেম নিয়ন্ত্রণ করে?
৮. ECU/BCM পরীক্ষা করার জন্য কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয়?
৯. ট্রানজিস্টর কী এবং এটি কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
১০. ক্যাপাসিটরের কাজ কী?
১১. IC (Integrated Circuit) বলতে কী বোঝায়?
১২. ECU/BCM হ্যান্ডল করার সময় কেন ESD সুরক্ষা জরুরি?
১৩. সঠিক রেটিংয়ের ফিউজ ব্যবহার করা কেন গুরুত্বপূর্ণ?
১৪. ত্রুটিযুক্ত ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট কীভাবে প্রতিস্থাপন করা হয়?
১৫. বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেম সার্ভিসিংয়ের সময় প্রধান নিরাপত্তা সতর্কতা কী?

### উত্তরপত্র (Answer Key)-৩.৬

১. ফিউজের প্রধান কাজ হলো বৈদ্যুতিক সার্কিটকে অতিরিক্ত কারেন্ট ও শর্ট সার্কিট থেকে সুরক্ষা দেওয়া। সার্কিটে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হলে ফিউজ পুড়ে গিয়ে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে দেয়, ফলে অন্যান্য কম্পোনেন্ট ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া থেকে রক্ষা পায়।
২. রিলে কম কারেন্ট ব্যবহার করে বেশি কারেন্টের সার্কিট নিয়ন্ত্রণ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সুইচ ও কন্ট্রোল ইউনিটকে উচ্চ কারেন্টের ক্ষতি থেকে রক্ষা করে এবং সার্কিটের নিরাপদ ও কার্যকর অপারেশন নিশ্চিত করে।
৩. ফিউজ বক্স বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সার্কিটে বিদ্যুৎ বিতরণ ও সুরক্ষা প্রদান করে। এতে ফিউজ ও রিলে সুশৃঙ্খলভাবে বসানো থাকে, ফলে ত্রুটি শনাক্ত ও মেরামত করা সহজ হয়।
৪. ১. ভিজুয়াল ইনস্পেকশন (পোড়া বা গলিত অংশ দেখা), ২. মাল্টিমিটার দিয়ে কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা
৫. ত্রুটিযুক্ত কম্পোনেন্ট প্রতিস্থাপনের আগে ব্যাটারির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হবে এবং সঠিকভাবে ত্রুটি শনাক্ত করতে হবে।
৬. ECU/ECM ইঞ্জিনের কার্যক্রম যেমন ফুয়েল ইনজেকশন, ইগনিশন টাইমিং, ইঞ্জিন পারফরম্যান্স ও নির্গমন নিয়ন্ত্রণ করে।
৭. BCM গাড়ির বডি-সংক্রান্ত বৈদ্যুতিক সিস্টেম যেমন লাইটিং, পাওয়ার উইন্ডো, সেন্ট্রাল লকিং, হর্ন, ওয়াইপার ও অ্যালার্ম সিস্টেম নিয়ন্ত্রণ করে।
৮. ECU/BCM পরীক্ষা করার জন্য অটোমোটিভ ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল ব্যবহার করা হয়।
৯. ট্রানজিস্টর একটি ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট যা সিগন্যাল অ্যামপ্লিফাই ও সুইচিং কাজে ব্যবহৃত হয়। এটি মাল্টিমিটারের ডায়োড টেস্ট মোড ব্যবহার করে পরীক্ষা করা হয়।

১০. ক্যাপাসিটর বৈদ্যুতিক চার্জ সঞ্চয় করে এবং প্রয়োজনে তা মুক্ত করে। এটি ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজেশন ও নয়েজ ফিল্টারিংয়ে ব্যবহৃত হয়।
১১. IC হলো একটি ছোট চিপ যেখানে একাধিক ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট একত্রে সংযুক্ত থাকে এবং এটি জটিল কন্ট্রোল ও
১২. ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক ডিসচার্জ (ESD) ইলেকট্রনিক সার্কিট ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে। তাই ECU/BCM হ্যান্ডল করার সময় ESD সুরক্ষা ব্যবহার করা জরুরি।
১৩. ভুল রেটিংয়ের ফিউজ ব্যবহার করলে সার্কিট সঠিকভাবে সুরক্ষিত হয় না, ফলে কম্পোনেন্ট ক্ষতিগ্রস্ত বা আগুন লাগার ঝুঁকি তৈরি হতে পারে।
১৪. ত্রুটিযুক্ত কম্পোনেন্ট সঠিকভাবে ডিসোল্ডার করে অপসারণ করতে হয় এবং নির্ধারিত মানের নতুন কম্পোনেন্ট সঠিক সোল্ডারিং পদ্ধতিতে প্রতিস্থাপন করতে হয়।
১৫. ব্যাটারি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা, শর্ট সার্কিট এড়ানো, চচউ ব্যবহার করা এবং প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসরণ করাই প্রধান নিরাপত্তা সতর্কতা।

## জব শীট (Job Sheet) - ৩.৬.১

জবের নাম: অটোমোবাইলের বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেম পরিদর্শন, পরীক্ষা ও মেরামত করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. সার্ভিস ম্যানুয়াল অনুযায়ী ফিউজ বক্স সনাক্ত করা
২. ফিউজ ও রিলে খুলে ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন করা
৩. মাল্টিমিটার দিয়ে ফিউজের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা
৪. কাজ না করা সার্কিট বা সিস্টেম শনাক্ত করা
৫. মাল্টিমিটার/টেস্ট ল্যাম্প ব্যবহার করে ত্রুটি নির্ণয় করা
৬. ত্রুটিযুক্ত ফিউজ/রিলে/ওয়্যার অপসারণ করা
৭. সঠিক রেটিং ও মানের কম্পোনেন্ট প্রতিস্থাপন করা
৮. ঢিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত সংযোগ মেরামত করা
৯. ডায়গনস্টিক স্ক্যান টুল সংযোগ করা
১০. ত্রুটি কোড পড়া ও বিশ্লেষণ করা
১১. প্রয়োজনে ECU/BCM প্রতিস্থাপন করা
১২. ট্রানজিস্টর ডায়োড মোডে পরীক্ষা করা
১৩. ক্যাপাসিটরের ক্যাপাসিট

### সতর্কতা:

- কাজ শুরুর আগে ব্যাটারির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- ভেজা হাতে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি স্পর্শ করা যাবে না।
- নির্ধারিত রেটিং ছাড়া ফিউজ ব্যবহার করা যাবে না।
- ECU/BCM হ্যান্ডল করার সময় ESD সুরক্ষা নিশ্চিত করতে হবে।
- কাজ শেষে সমস্ত সংযোগ পুনরায় পরীক্ষা করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৩.৬.১

**জবের নাম:** অটোমোবাইলের বৈদ্যুতিক ও ইলেকট্রনিক সিস্টেম পরিদর্শন, পরীক্ষা ও মেরামত করা।

### প্রয়োজনীয় PPE:

- সেফটি গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি জুতা

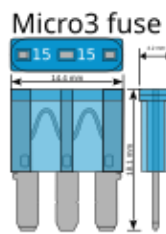
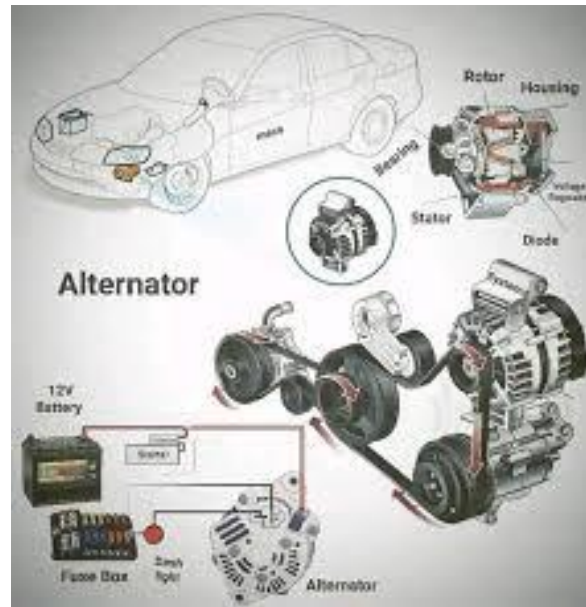
### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

- ডিজিটাল মাল্টিমিটার (DMM)
- টেস্ট ল্যাম্প
- ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল
- স্ক্রু-ড্রাইভার সেট
- প্লায়ার্স ও স্প্যানার
- সোল্ডারিং আয়রন ও ডিসোল্ডারিং পাম্প

### প্রয়োজনীয় উপকরণ:

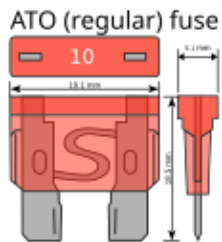
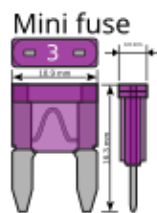
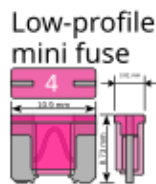
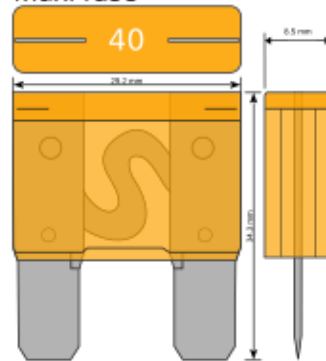
- বিভিন্ন রেটিংয়ের ফিউজ
- রিলে
- ইলেকট্রিক্যাল কানেক্টর ও তার
- ট্রানজিস্টর, ক্যাপাসিটর ও IC
- ইনসুলেশন টেপ ও কন্ট্যাক্ট ক্লিনার

ডায়াগ্রাম:



### Blade type fuses

#### Maxi fuse



## মডিউল-৪

মডিউলঃ পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা  
SICIP-TRA-AAM-04-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

**মডিউল শিরোনাম: পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা**

**ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-04-O**

**নমিনাল আওয়ার: ৪০ ঘন্টা**

**মডিউলের বিবরণ:**

এই মডিউলটিতে পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে ক্লাচ সিস্টেম, গিয়ার বক্স, ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স, প্রোপেলার শ্যাফট এবং এর সমস্ত সম্পর্কিত উপাদান এবং সকল সেন্সরের সার্ভিসিং করার কাজ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

**শিখনফল:** এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষার্থীরা:

১. ক্লাচ সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।
২. গিয়ার বক্স সার্ভিসিং করতে পারবে।
৩. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিসিং করতে পারবে।
৪. প্রোপেলার শ্যাফট এবং এর সমস্ত সম্পর্কিত উপাদানসমূহ সার্ভিসিং করতে পারবে।
৫. সকল সেন্সরের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:**

১. ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
২. প্রধান উপাদানগুলির কার্যকারিতা বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. ক্লাচ সিস্টেমের সমন্বয় এবং ব্লিডিং করা হয়েছে।
৪. প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
৫. গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
৬. প্রধান উপাদানগুলির কার্যকারিতা বর্ণনা করা হয়েছে।
৭. গিয়ার তেল পরিবর্তন করা হয়েছে।
৮. প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
৯. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
১০. প্রধান উপাদানগুলির কার্যকারিতা বর্ণনা করা হয়েছে।
১১. সমন্বয় এবং তেল পরিবর্তন করা হয়েছে।
১২. প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
১৩. প্রোপেলার শ্যাফট এবং ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রধান উপাদানগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
১৪. প্রধান উপাদানগুলির কার্যকারিতা বর্ণনা করা হয়েছে।
১৫. প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
১৬. গাড়ি এবং ইঞ্জিনের প্রধান সেন্সর চিহ্নিত করা হয়েছে।
১৭. সেন্সরের ত্রুটিগুলি প্রয়োজন অনুসারে পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৮. বিভিন্ন ধরনের সেন্সর মেরামত এবং প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
১৯. সেন্সরগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করার জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৪.১

শিখন ফল-১: ক্লাচ সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে, এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ক্লাচ সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলির কার্যাবলী
- ক্লাচ সিস্টেমের অ্যাডজাস্টমেন্ট ও ব্লিডিং কার্যক্রম
- প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা

### ক্লাচ সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহঃ

#### ক্লাচ সিস্টেম

ক্লাচ সিস্টেম হলো ইঞ্জিন এবং ট্রান্সমিশনের (গিয়ারবক্স) মধ্যে অবস্থিত একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা, যা ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন শক্তিকে প্রয়োজন অনুযায়ী গিয়ারবক্সে সরবরাহ করা বা বিচ্ছিন্ন করার কাজ করে। এটি গাড়ির গিয়ার পরিবর্তন এবং ব্রেক করার সময় ইঞ্জিন ও ড্রাইভ ট্রেনের মধ্যে সংযোগ ও বিযুক্তি স্থাপন করে, ফলে চালক প্রয়োজনমতো গাড়ির গতি নিয়ন্ত্রণ করতে পারে।

#### ক্লাচ সিস্টেমের মূল কাজ:

- **ইঞ্জিন ও গিয়ারবক্সের সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা:** যখন চালক ক্লাচ প্যাডেলে চাপ দেয়, তখন ইঞ্জিন থেকে ট্রান্সমিশনের শক্তি সরবরাহ বন্ধ হয়ে যায়, যা গিয়ার পরিবর্তন করতে সাহায্য করে।
- **ইঞ্জিন ও গিয়ারবক্সের সংযোগ স্থাপন করা:** যখন ক্লাচ প্যাডেল ছেড়ে দেওয়া হয়, তখন ইঞ্জিন থেকে শক্তি গিয়ারবক্সে প্রবাহিত হয় এবং চাকা সচল হয়।
- **গিয়ার পরিবর্তন সহজ করা:** ক্লাচ ব্যবহারের মাধ্যমে ইঞ্জিন ও গিয়ারবক্সকে আলাদা করা যায়, যা মসৃণভাবে গিয়ার পরিবর্তন করতে সহায়তা করে।

#### ক্লাচ সিস্টেমের গুরুত্ব:

- এই সিস্টেম ছাড়া গাড়ি চালানো এবং গিয়ার পরিবর্তন করা সম্ভব হতো না।
- এটি চালককে প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির গতি নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।
- এটি ইঞ্জিনকে ট্রান্সমিশন ও চাকা থেকে সম্পূর্ণভাবে বিচ্ছিন্ন করে, যা গাড়ি চালু করার সময় প্রয়োজনীয়।

### ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহঃ

#### (১) ক্লাচ প্লেট / ফ্রিকশন প্লেট (Clutch Plate / Friction Plate)

ক্লাচ প্লেট বা ফ্রিকশন প্লেট হলো ক্লাচ সিস্টেমের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা ইঞ্জিনের শক্তি গিয়ার বক্সে স্থানান্তর করতে প্রধান ভূমিকা পালন করে। এটি সাধারণত ফ্লাইহুইল ও প্রেসার প্লেটের মাঝখানে স্থাপন করা থাকে এবং ঘর্ষণের মাধ্যমে শক্তি আদান-প্রদান করে।

ক্লাচ প্লেটের উভয় পাশে উচ্চ ঘর্ষণক্ষম ফ্রিকশন ম্যাটেরিয়াল (যেমন: অ্যাসবেস্টস-মুক্ত কম্পোজিট, রেজিন বা সিন্থেটিক উপাদান) লাগানো থাকে, যা চাপ প্রয়োগের সময় ফ্লাইহইলের সাথে দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত হয়। এর কেন্দ্র অংশে স্প্লাইন হাব থাকে, যা গিয়ার বক্সের ইনপুট শ্যাফ্টের সাথে যুক্ত থাকে। ফলে ক্লাচ এনগেজ অবস্থায় ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি সরাসরি গিয়ার বক্সে পৌঁছে যায়।

ক্লাচ পেডাল ছেড়ে দিলে প্রেসার প্লেট ক্লাচ প্লেটকে ফ্লাইহইলের সাথে শক্তভাবে চেপে ধরে এবং শক্তি সঞ্চালন ঘটে। আবার ক্লাচ পেডাল চাপলে ক্লাচ প্লেট ফ্লাইহইল থেকে আলাদা হয়ে যায়, ফলে শক্তি সঞ্চালন বন্ধ হয় এবং গিয়ার পরিবর্তন করা সহজ হয়।

সময় ও ব্যবহারের সাথে সাথে ক্লাচ প্লেটের ফ্রিকশন লাইনার ক্ষয়প্রাপ্ত হতে পারে। অতিরিক্ত তাপ, ভুল ড্রাইভিং অভ্যাস বা অতিরিক্ত লোডের কারণে ক্লাচ প্লেট পুড়ে যাওয়া, স্লিপ করা বা গ্রিপ কমে যাওয়ার সমস্যা দেখা দেয়। তাই সার্ভিস ক্লাচ সিস্টেমের সময় ক্লাচ প্লেটের পুরুত্ব, ফ্রিকশন সারফেস, স্প্রিং ও স্প্লাইন অংশ ভালোভাবে পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। প্রয়োজন হলে ক্ষতিগ্রস্ত বা অতিরিক্ত ক্ষয়প্রাপ্ত ক্লাচ প্লেট পরিবর্তন করতে হয়।

## (২) প্রেসার প্লেট (Pressure Plate)

প্রেসার প্লেট হলো ক্লাচ সিস্টেমের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা ক্লাচ প্লেটকে ফ্লাইহইলের সাথে শক্তভাবে চেপে ধরে ইঞ্জিনের শক্তি গিয়ার বক্সে স্থানান্তর নিশ্চিত করে। এটি সাধারণত ক্লাচ কভার অ্যাসেম্বলির ভেতরে অবস্থান করে এবং ফ্লাইহইলের সাথে বোল্টের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে।

প্রেসার প্লেটের প্রধান কাজ হলো ক্লাচ এনগেজ অবস্থায় প্রয়োজনীয় চাপ সৃষ্টি করা। এই চাপ ডায়াফ্রাম স্প্রিং বা কয়েল স্প্রিংয়ের মাধ্যমে তৈরি হয়। যখন ক্লাচ পেডাল ছেড়ে দেওয়া হয়, তখন স্প্রিংয়ের চাপের ফলে প্রেসার প্লেট ক্লাচ প্লেটকে ফ্লাইহইলের দিকে চাপ দেয়। এর ফলে ক্লাচ প্লেট ও ফ্লাইহইলের মাঝে যথেষ্ট ঘর্ষণ সৃষ্টি হয় এবং ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি গিয়ার বক্সের ইনপুট শ্যাফ্টে পৌঁছে যায়।

ক্লাচ পেডাল চাপলে রিলিজ বেয়ারিং ডায়াফ্রাম স্প্রিংয়ের উপর চাপ প্রয়োগ করে, ফলে প্রেসার প্লেট পেছনের দিকে সরে যায় এবং ক্লাচ প্লেট ফ্লাইহইল থেকে আলাদা হয়ে যায়। এই অবস্থায় শক্তি সঞ্চালন বন্ধ থাকে এবং গিয়ার পরিবর্তন করা সহজ হয়।

দীর্ঘ সময় ব্যবহারের ফলে প্রেসার প্লেটের সারফেস ক্ষয়প্রাপ্ত বা বিকৃত (Warped) হতে পারে। অতিরিক্ত তাপের কারণে প্রেসার প্লেট পুড়ে যাওয়া, ফাটল সৃষ্টি হওয়া বা সমানভাবে চাপ প্রয়োগ না হওয়ার সমস্যা দেখা দিতে পারে। এর ফলে ক্লাচ স্লিপ করা, গাড়ি টান কমে যাওয়া বা ক্লাচ পেডাল শক্ত লাগার মতো সমস্যা দেখা দেয়।

সার্ভিস ক্লাচ সিস্টেমের সময় প্রেসার প্লেটের ফ্রিকশন সারফেস, স্প্রিংয়ের কার্যকারিতা, ক্র্যাক বা অতিরিক্ত তাপের দাগ আছে কিনা তা ভালোভাবে পরীক্ষা করতে হয়। ত্রুটি পাওয়া গেলে প্রেসার প্লেট অ্যাসেম্বলি পরিবর্তন করা উত্তম, কারণ এটি ক্লাচ সিস্টেমের সামগ্রিক কর্মক্ষমতার উপর সরাসরি প্রভাব ফেলে।

## (৩) কয়েল স্প্রিং / ডায়াফ্রাম স্প্রিং (Coil Spring / Diaphragm Spring)

কয়েল স্প্রিং বা ডায়াফ্রাম স্প্রিং হলো ক্লাচ সিস্টেমের এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা প্রেসার প্লেটের উপর প্রয়োজনীয় চাপ প্রয়োগ করে ক্লাচ প্লেটকে ফ্লাইহইলের সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত রাখে। এই স্প্রিংয়ের মাধ্যমেই ক্লাচ এনগেজ ও ডিসএনগেজ প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়।

কয়েল স্প্রিং টাইপ ক্লাচে, একাধিক হেলিক্যাল কয়েল স্প্রিং প্রেসার প্লেটের চারপাশে সমানভাবে স্থাপন করা থাকে। ক্লাচ পেডাল ছেড়ে দিলে এই স্প্রিংগুলো সংকুচিত অবস্থায় প্রেসার প্লেটকে সামনের দিকে ঠেলে দেয়, ফলে ক্লাচ প্লেট ফ্লাইহইলের সাথে শক্তভাবে চেপে ধরা হয়। এই ধরনের স্প্রিং সাধারণত পুরনো বা ভারী যানবাহনের ক্লাচ সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। অন্যদিকে, ডায়াফ্রাম স্প্রিং টাইপ ক্লাচে একটি একক গোলাকার ডিস্ক-আকৃতির স্প্রিং ব্যবহৃত হয়, যার মাঝখানে আঙুলের মতো (finger type) অংশ থাকে। ক্লাচ পেডাল চাপলে রিলিজ বেয়ারিং এই ফিঞ্জার অংশে চাপ প্রয়োগ করে, ফলে স্প্রিংয়ের কেন্দ্র অংশ নিচের দিকে সরে যায় এবং বাইরের অংশ প্রেসার প্লেটের চাপ কমিয়ে দেয়। এতে ক্লাচ প্লেট ফ্লাইহইল

থেকে আলাদা হয়ে যায়। ডায়াফ্রাম স্প্রিং টাইপ ক্লাচ আধুনিক যানবাহনে বেশি ব্যবহৃত হয়, কারণ এটি হালকা, কম রক্ষণাবেক্ষণ প্রয়োজন এবং সমান চাপ প্রদান করে।

দীর্ঘ সময় ব্যবহারের ফলে কয়েল স্প্রিং দুর্বল হয়ে যেতে পারে বা ডায়াফ্রাম স্প্রিংয়ের ফিঞ্জার অংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হতে পারে। এর ফলে ক্লাচ স্লিপ করা, পেডাল অতিরিক্ত শক্ত বা নরম লাগা, কিংবা সম্পূর্ণভাবে ক্লাচ ডিসএনগেজ না হওয়ার সমস্যা দেখা দেয়।

সার্ভিস ক্লাচ সিস্টেমের সময় স্প্রিংয়ের স্থিতিস্থাপকতা (spring tension), ফাটল, বিকৃতি বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কিনা তা পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ত্রুটি পাওয়া গেলে সংশ্লিষ্ট কয়েল স্প্রিং বা ডায়াফ্রাম স্প্রিং অ্যাসেম্বলি পরিবর্তন করতে হয়, যাতে ক্লাচ সিস্টেম সঠিক ও নিরাপদভাবে কাজ করতে পারে।

### (৪) রিলিজ বেয়ারিং (Release Bearing)

রিলিজ বেয়ারিং হলো ক্লাচ সিস্টেমের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ও সংবেদনশীল উপাদান, যার প্রধান কাজ হলো ক্লাচ পেডালের চাপকে ঘূর্ণায়মান ক্লাচ অ্যাসেম্বলির উপর মসৃণভাবে প্রয়োগ করা। এটি ক্লাচ ফর্কের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং প্রেসার প্লেটের ডায়াফ্রাম স্প্রিং বা রিলিজ লিভারের সাথে সংস্পর্শে কাজ করে।

ক্লাচ পেডাল চাপলে ক্লাচ ফর্ক রিলিজ বেয়ারিংকে সামনে দিকে ঠেলে দেয়। রিলিজ বেয়ারিং তখন ডায়াফ্রাম স্প্রিংয়ের ফিঞ্জার অংশে চাপ প্রয়োগ করে। যেহেতু প্রেসার প্লেট ও ডায়াফ্রাম স্প্রিং ঘূর্ণায়মান অবস্থায় থাকে, তাই রিলিজ বেয়ারিং ঘূর্ণনের সাথে সামঞ্জস্য রেখে মসৃণভাবে চাপ প্রদান করে। এর ফলে প্রেসার প্লেট পিছনের দিকে সরে যায় এবং ক্লাচ প্লেট ফ্লাইহুইল থেকে আলাদা হয়ে যায়। এতে ইঞ্জিনের শক্তি সাময়িকভাবে বিচ্ছিন্ন হয় এবং গিয়ার পরিবর্তন সহজ হয়।

রিলিজ বেয়ারিং সাধারণত উচ্চমানের বল বা রোলার বেয়ারিং দিয়ে তৈরি হয়, যাতে ঘর্ষণ কম হয় এবং দীর্ঘসময় নিরবচ্ছিন্নভাবে কাজ করতে পারে। তবে অতিরিক্ত লোড, ভুল ক্লাচ ব্যবহারের অভ্যাস (যেমন: অকারণে ক্লাচ পেডাল চেপে রাখা) অথবা পর্যাপ্ত লুব্রিকেশন না থাকলে রিলিজ বেয়ারিং দ্রুত ক্ষয়প্রাপ্ত হতে পারে।

রিলিজ বেয়ারিং নষ্ট হলে ক্লাচ পেডাল চাপার সময় কটকট শব্দ, ঘর্ষণের শব্দ বা কম্পন অনুভূত হতে পারে। কখনো কখনো ক্লাচ পুরোপুরি ডিসএনগেজ না হওয়ায় গিয়ার ঢোকাতে সমস্যা দেখা দেয়।

সার্ভিস ক্লাচ সিস্টেমের সময় রিলিজ বেয়ারিংয়ের ঘূর্ণন মসৃণ কিনা, অস্বাভাবিক শব্দ আছে কিনা, টিলা বা ক্ষয়প্রাপ্ত অংশ রয়েছে কিনা তা ভালোভাবে পরীক্ষা করতে হয়। ত্রুটি পাওয়া গেলে রিলিজ বেয়ারিং পরিবর্তন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ, কারণ একটি ক্ষতিগ্রস্ত রিলিজ বেয়ারিং সম্পূর্ণ ক্লাচ সিস্টেমের কার্যকারিতাকে মারাত্মকভাবে প্রভাবিত করতে পারে।

### (৫) স্লেভ সিলিন্ডার (Slave Cylinder)

স্লেভ সিলিন্ডার হলো হাইড্রোলিক ক্লাচ সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যার কাজ হলো মাস্টার সিলিন্ডার থেকে আসা হাইড্রোলিক চাপকে যান্ত্রিক গতিতে রূপান্তর করে ক্লাচ ফর্ককে চালনা করা। এটি সাধারণত গিয়ার বক্স বা ক্লাচ হাউজিংয়ের পাশে স্থাপন করা থাকে।

যখন চালক ক্লাচ পেডাল চাপেন, তখন মাস্টার সিলিন্ডারের ভেতরে থাকা পিস্টন হাইড্রোলিক ফ্লুইডকে চাপের মাধ্যমে স্লেভ সিলিন্ডারের দিকে পাঠায়। এই চাপ স্লেভ সিলিন্ডারের পিস্টনের উপর কাজ করে এবং পিস্টন সামনে দিকে সরে যায়। পিস্টনের এই সরণ সরাসরি ক্লাচ ফর্ক বা রিলিজ লিভারের উপর চাপ প্রয়োগ করে, যার ফলে রিলিজ বেয়ারিং ডায়াফ্রাম স্প্রিংয়ের উপর চাপ দেয় এবং ক্লাচ ডিসএনগেজ হয়।

স্লেভ সিলিন্ডার সাধারণত অ্যালুমিনিয়াম বা কাস্ট আয়রন দিয়ে তৈরি হয় এবং এর ভেতরে পিস্টন, সিল ও রাবার বুট থাকে। এই সিলগুলো হাইড্রোলিক ফ্লুইডের লিকেজ রোধ করে এবং সিস্টেমে প্রয়োজনীয় চাপ বজায় রাখে। যদি স্লেভ সিলিন্ডারের সিল ক্ষয়প্রাপ্ত বা লিক হয়ে যায়, তাহলে হাইড্রোলিক চাপ কমে যায় এবং ক্লাচ সঠিকভাবে কাজ করে না।

স্লেভ সিলিন্ডার নষ্ট হলে ক্লাচ পেডাল নরম বা স্পঞ্জের মতো অনুভূত হতে পারে, পেডাল পুরোপুরি কাজ না করা, গিয়ার পরিবর্তনে সমস্যা বা ফ্লুইড লিক হওয়ার লক্ষণ দেখা যায়। কখনো কখনো ক্লাচ সম্পূর্ণ ডিসএনগেজ না হওয়ায় গিয়ার ঘষার শব্দও হতে পারে।

সার্ভিস ক্লাচ সিস্টেমের সময় স্লেভ সিলিন্ডারের লিকেজ, পিস্টনের চলাচল, রাবার সিল ও বুটের অবস্থা ভালোভাবে পরীক্ষা করতে হয়। প্রয়োজনে সিল কিট পরিবর্তন বা সম্পূর্ণ স্লেভ সিলিন্ডার প্রতিস্থাপন করতে হয়। সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ করা স্লেভ সিলিন্ডার ক্লাচ সিস্টেমের নির্ভরযোগ্য ও মসৃণ কার্যকারিতা নিশ্চিত করে।

### ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলীঃ

ক্লাচ সিস্টেম সঠিকভাবে সার্ভিস ও রক্ষণাবেক্ষণ করার জন্য এর প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা থাকা অত্যন্ত জরুরি। প্রতিটি উপাদান সমন্বিতভাবে কাজ করে ইঞ্জিন ও গিয়ার বক্সের মধ্যে শক্তি সংযোগ ও বিচ্ছিন্নকরণ নিশ্চিত করে।

### ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান অংশ

১. ক্লাচ প্যাডেল: চালক দ্বারা চাপ দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করা হয়।
২. ক্লাচ লিভার / লিংকেজ: পেডাল থেকে চাপ ক্লাচে স্থানান্তর করে।
৩. ক্লাচ ডিস্ক / ফ্রিকশন প্লেট: ফ্রিকশন উপাদান দ্বারা তৈরি, ইঞ্জিন ও গিয়ারবক্স সংযোগ করে।
৪. প্রেশার প্লেট: ক্লাচ ডিস্কে চাপ প্রয়োগ করে।
৫. রিলিজ বেয়ারিং: ক্লাচ লিভার ও প্রেশার প্লেটের মধ্যে সংযোগ।
৬. ক্লাচ স্প্রিং: চাপ সরবরাহ করে।
৭. ফ্লাই হুইল: ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কশ্যাফটে লাগানো থাকে এবং শক্তি জমা রাখে।

ক্লাচ পেডাল চালকের পায়ের চাপ গ্রহণ করে এবং সেই যান্ত্রিক শক্তিকে ক্লাচ অপারেটিং সিস্টেমে প্রেরণ করে।

মাস্টার সিলিন্ডার ক্লাচ পেডালের যান্ত্রিক গতিকে হাইড্রোলিক চাপে রূপান্তর করে।

হাইড্রোলিক পাইপ/লাইন এই চাপ মাস্টার সিলিন্ডার থেকে স্লেভ সিলিন্ডারে পৌঁছে দেয়।

স্লেভ সিলিন্ডার হাইড্রোলিক চাপকে আবার যান্ত্রিক গতিতে রূপান্তর করে ক্লাচ ফর্ককে চালনা করে।

ক্লাচ ফর্ক রিলিজ বেয়ারিংকে সামনে ঠেলে দেয়।

রিলিজ বেয়ারিং ঘূর্ণায়মান ডায়াফ্রাম স্প্রিং বা রিলিজ লিভারের উপর মসৃণভাবে চাপ প্রয়োগ করে ক্লাচ ডিসএনগেজ করতে সহায়তা করে।

কয়েল স্প্রিং / ডায়াফ্রাম স্প্রিং প্রেশার প্লেটের উপর প্রয়োজনীয় চাপ সৃষ্টি করে।

প্রেশার প্লেট ক্লাচ প্লেটকে ফ্লাইহুইলের সাথে শক্তভাবে চেপে ধরে।

ক্লাচ প্লেট (ফ্রিকশন প্লেট) ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি গিয়ার বক্সের ইনপুট শ্যাফ্টে স্থানান্তর করে।

ফ্লাইহুইল ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তিকে স্থিতিশীল রাখে এবং ক্লাচ প্লেটের জন্য একটি মসৃণ সংস্পর্শ পৃষ্ঠ সরবরাহ করে।

### ক্লাচের প্রকারভেদ

নিম্নলিখিত প্রধান ধরনের:

ক. ঘর্ষণ/ফ্রিকশন ক্লাচ: (ডাই এবং ওয়েট) ধরণের

খ. ফ্লুইড ফ্লাইহুইল (গাড়ির অটো ট্রান্সমিশনে ব্যবহৃত হাইড্রোলিক কাপলিং)

### ডাই ঘর্ষণ/ফ্রিকশন ক্লাচের প্রকারভেদ:

ক. সিঙ্গেল প্লেট ক্লাচ খ. মাল্টিপ্লেট ক্লাচ গ. কোন ক্লাচ ঘ. সেন্দ্রিফিউগাল ক্লাচ ঙ. ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ক্লাচ

### ওয়েট ক্লাচ শুষ্ক এবং ভেজা ক্লাচের পার্থক্য:

ওয়েট টাইপের ক্লাচ ড্রাই টাইপের মতোই, তবে এখানকার ক্লাচ প্লেটগুলি সবসময় তেল সঞ্চালনের ফলে ভেজা থাকে।  
ট্রাকে অনেক ধরনের ওয়েট ক্লাচ ব্যবহার করা হয়।

### ভেজা এবং শুকনো ধরনের ক্লাচের পার্থক্য:

- যেহেতু ধাতু থেকে তেল তাপ স্থানান্তর ধাতু থেকে বাতাসের তুলনায় খুবই দক্ষ, তাই ওয়েট ক্লাচ একটি ভালো তাপ এক্সচেঞ্জার এবং দীর্ঘ সময় ধরে কাজ করতে পারে।
- ভেজা ক্লাচের স্থায়িত্ব শুষ্ক ক্লাচের তুলনায় বেশি।
- ট্রাকে লাগানো ভেজা ক্লাচের কারণে ড্রাইভ ট্রেনে টর্কের সর্বোচ্চ স্তর কম থাকে।
- তেলে ব্যবহৃত ঘর্ষণ পদার্থের ঘর্ষণ সহগ কম থাকার কারণে, শুষ্ক ধরনের ক্লাচের তুলনায় ওয়েট ক্লাচের টর্ক ক্ষমতা কম থাকে।

### ক্লাচ সিস্টেমের অ্যাডজাস্টমেন্ট ও ব্লিডিং কার্যক্রমঃ

ক্লাচ সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করতে অ্যাডজাস্টমেন্ট (Adjustment) ও ব্লিডিং (Bleeding) কার্যক্রম সম্পাদন করা হয়। ক্লাচের ফ্রি প্লে, ডিসএনগেজ ও এনগেজিং সময়, এবং হাইড্রোলিক ক্লাচের কার্যকারিতা এই দুই কাজের ওপর নির্ভর করে। নিচে এই দুটি কাজ কীভাবে করা হয় এবং কেন করা প্রয়োজন তা ব্যাখ্যা করা হলো-

### ১) ক্লাচ অ্যাডজাস্টমেন্ট (Clutch Adjustment)

ক্লাচ অ্যাডজাস্টমেন্টের উদ্দেশ্য হলো ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে (free play) ও এনগেজিং পয়েন্টকে নির্দিষ্ট মান অনুযায়ী ঠিক রাখা। সঠিক অ্যাডজাস্টমেন্ট না থাকলে ক্লাচ স্লিপ, গিয়ার টোকাতে সমস্যা, অথবা ক্লাচ সম্পূর্ণ ডিসএনগেজ না হওয়ার সমস্যা হতে পারে।

#### অ্যাডজাস্টমেন্টের ধাপ:

##### ১. ফ্রি-প্লে পরীক্ষা করা:

ক্লাচ পেডাল সোজা অবস্থায় থাকলে পেডালের উপরের অংশে হাত দিয়ে সামান্য চাপ দিয়ে দেখুন পেডাল কতটা নড়াচড়া করে। সাধারণত নির্দিষ্ট ফ্রি-প্লে মান (যেমন ১০-২০ মিমি) থাকা প্রয়োজন।

##### ২. অ্যাডজাস্টমেন্ট নট/শুকু খোলা:

ক্লাচ কেবলের মাধ্যমে কাজ করলে কেবল অ্যাডজাস্টার নট ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজন হলে নট টিলা বা টাইট করে ফ্রি-প্লে ঠিক করা হয়।

##### ৩. পেডালের অবস্থান ঠিক করা:

পেডাল খুব নিচে বা খুব ওপর থাকলে তা সঠিকভাবে ঠিক করা হয়, যাতে ড্রাইভিংয়ে ক্লাচের এনগেজ/ডিসএনগেজিং সঠিক হয়।

##### ৪. পরীক্ষা করে নিশ্চিত করা:

অ্যাডজাস্টমেন্ট শেষে গাড়ি স্টার্ট করে ক্লাচ এনগেজ/ডিসএনগেজিং সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ২) ক্লাচ ব্লিডিং (Clutch Bleeding)

ক্লাচ ব্লিডিং করা হয় হাইড্রোলিক ক্লাচ সিস্টেমে আটকে থাকা বাতাস বের করার জন্য। হাইড্রোলিক সিস্টেমে বাতাস থাকলে ক্লাচ পেডাল নরম হয়ে যায় এবং ক্লাচ সঠিকভাবে কাজ করে না। তাই ব্লিডিং নিয়মিতভাবে করা প্রয়োজন।

## ব্লিডিংয়ের ধাপ:

### ১. ফ্লুইড ট্যাংক পরীক্ষা ও পূরণ:

ক্লাচ মাস্টার সিলিন্ডারের রিজার্ভয়ারে যথেষ্ট ক্লাচ ফ্লুইড (Brake Fluid) আছে কিনা পরীক্ষা করে প্রয়োজন হলে যোগ করা হয়।

### ২. ব্লিডিং স্কু খোলা:

স্নেভ সিলিন্ডারের ব্লিডিং স্কু খোলা হয় এবং একজন ব্যক্তি ক্লাচ পেডাল চাপা-ছাড়া করে বাতাস বের করতে সাহায্য করে।

### ৩. বাতাস বের হওয়া নিশ্চিত করা:

স্কু খুলে রাখার সময় ফ্লুইডের সাথে বাতাসের বুদবুদ বের হয়। যখন ফ্লুইড সম্পূর্ণ পরিষ্কার এবং বুদবুদ না থাকে, তখন ব্লিডিং সম্পন্ন ধরা হয়।

### ৪. স্কু টাইট করা ও ফ্লুইড ঠিক করা:

ব্লিডিং শেষে স্কু শক্ত করে বন্ধ করা হয় এবং রিজার্ভয়ারে ফ্লুইডের লেভেল সঠিক রাখা হয়।

## কেন এই কাজগুলো গুরুত্বপূর্ণ?

- সঠিক ফ্রি-প্লে না থাকলে ক্লাচ প্লেট অতিরিক্ত ঘষে ক্ষয় হয় (clutch slip)।
- অতিরিক্ত ফ্রি-প্লে থাকলে ক্লাচ পুরোপুরি ডিসএনগেজ না হয়ে গিয়ার ঢোকাতে সমস্যা হয়।
- বাতাস থাকলে ক্লাচ পেডাল নরম/স্পঞ্জি হয় এবং ক্লাচ ঠিকভাবে কাজ করে না।
- ফলে গাড়ি চলাচলে ঝুঁকি ও যন্ত্রাংশ ক্ষয় বৃদ্ধি পায়।

## ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান কম্পোনেন্ট টেস্ট করা এবং দরকার হলে পরিবর্তন করাঃ

ক্লাচ সিস্টেম সার্ভিস করার সময় শুধুমাত্র পরিষ্কার করা বা অ্যাডজাস্ট করা যথেষ্ট নয়। ক্লাচের প্রধান কম্পোনেন্টগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা যাচাই করতে হয়। এজন্য প্রতিটি গুরুত্বপূর্ণ কম্পোনেন্টকে নির্দিষ্ট নিয়মে পরীক্ষা (Test) করা হয় এবং ক্ষতিগ্রস্ত/অকার্যকর হলে প্রতিস্থাপন (Replace) করা হয়।

## কেন টেস্ট ও রিপ্লেস করা জরুরি?

ক্লাচ সিস্টেমের কোনো একটি অংশ নষ্ট বা দুর্বল হলে-

- ক্লাচ স্লিপ করবে (গাড়ি টান কমে যাবে)
- গিয়ার হার্ড হবে বা ঢুকবে না
- ক্লাচ চাপলে শব্দ হবে
- গাড়ি ঝাঁকুনি দিয়ে চলবে
- ফুয়েল খরচ বাড়বে
- গিয়ারবক্স ও ক্লাইহইল ক্ষতি হতে পারে

তাই ক্লাচ সার্ভিসিংয়ের শেষে কম্পোনেন্ট টেস্ট + প্রয়োজন হলে রিপ্লেস করা বাধ্যতামূলক।

## কোন কোন প্রধান কম্পোনেন্ট টেস্ট করা হয়?

সাধারণত নিচের অংশগুলোকে টেস্ট করা হয়—

১. Clutch plate / Friction plate
২. Pressure plate
৩. Coil spring / Diaphragm spring
৪. Release bearing (Throw-out bearing)

৫. Master cylinder & Slave cylinder
৬. Clutch fork / Release lever
৭. Pilot bearing/bush (যদি থাকে)
৮. Flywheel surface (প্রয়োজন হলে)

প্রতিটি কম্পোনেন্ট কীভাবে টেস্ট করা হয়?

### ১) Clutch plate (Friction plate) টেস্ট

চেক করার বিষয়গুলো:

- লাইনার (lining) অতিরিক্ত ক্ষয় হয়েছে কি না
- লাইনারে তেল/গ্রিজ লেগেছে কি না
- রিভেট বের হয়ে এসেছে কি না
- প্লেট বীকা/warped হয়েছে কি না
- স্প্লাইন (hub spline) টিলা হয়েছে কি না

ফলাফল/সিদ্ধান্ত:

- লাইনার পাতলা, পোড়া দাগ, তেল লাগা, বা ফাটল থাকলে → নতুন ক্লাচ প্লেট বসাতে হবে।

### ২) Pressure plate টেস্ট

চেক করার বিষয়গুলো:

- প্রেসার প্লেটের সারফেসে স্কোরিং/দাগ আছে কি না
- অতিরিক্ত গরম হয়ে নীলচে দাগ (blue spot) পড়েছে কি না
- সারফেস অসমান/বীকা হয়েছে কি না
- স্প্রিং প্রেসার ঠিক আছে কি না

ফলাফল:

- সারফেস ক্ষতিগ্রস্ত হলে বা স্প্রিং দুর্বল হলে → প্রেসার প্লেট রিপ্লাস।

### ৩) Coil spring/Diaphragm spring টেস্ট

চেক করার বিষয়গুলো:

- স্প্রিং ভাঙা/ক্র্যাক আছে কি না
- ডায়াফ্রাম ফিঞ্জারগুলো অসমান/বঁকে গেছে কি না
- স্প্রিং টেনশন কমে গেছে কি না

ফলাফল:

- স্প্রিং দুর্বল/ভাঙা হলে → প্রেসার প্লেট অ্যাসেম্বলি পরিবর্তন করা হয় (কারণ স্প্রিং সাধারণত সেটের অংশ)।

### ৪) Release bearing টেস্ট

চেক করার বিষয়গুলো:

- হাতে ঘোরালে রাফ/কড়কড় শব্দ হয় কি না
- টিলা (play) আছে কি না
- বিয়ারিং জ্যাম হচ্ছে কি না
- ক্লাচ চাপলে টি টি/ঘর্ষণ শব্দ হয় কি না

ফলাফল:

- শব্দ/রাফনেস থাকলে → রিলিজ বিয়ারিং পরিবর্তন করা বাধ্যতামূলক।

### ৫) Slave cylinder টেস্ট (Hydraulic clutch)

চেক করার বিষয়গুলো:

- সিল নষ্ট হয়ে ব্রেক/ক্লাচ ফ্লুইড লিক করছে কি না
- পিস্টন মুভমেন্ট ঠিক আছে কি না
- ক্লাচ পেডাল চাপলে পর্যাপ্ত পুশ হচ্ছে কি না
- ব্লিডিং করার পরও পেডাল স্পঞ্জি থাকে কি না

ফলাফল:

- লিক/পিস্টন জ্যাম/সিল ড্যামেজ হলে → স্লেভ সিলিন্ডার রিপ্লেস বা কিট দিয়ে ওভারহল।

### টেস্ট করার সাধারণ পদ্ধতি (Step-by-step)

ক্লাচ সার্ভিসিংয়ের সময় সাধারণভাবে—

১. ভিজুয়াল ইনস্পেকশন (দাগ, ফাটল, ক্ষয়, তেল)
২. মেজারমেন্ট (ফ্রিকশন লাইনার থিকনেস, ফ্লাইহইল রানআউট)
৩. ফ্রি প্লে ও পেডাল ট্রাভেল চেক
৪. হাইড্রলিক লিক টেস্ট
৫. রোড টেস্ট/ফাংশন টেস্ট
  - স্লিপ টেস্ট
  - শিফটিং সুখ কি না
  - ক্লাচ রিলিজ ঠিকমতো হচ্ছে কি না

কখন রিপ্লেস করা বাধ্যতামূলক?

নিচের যেকোনো সমস্যা থাকলে কম্পোনেন্ট পরিবর্তন করতে হবে—

- ফ্রিকশন প্লেট পাতলা/পোড়া/তেলযুক্ত
- প্রেসার প্লেট বা ফ্লাইহইলে গভীর দাগ
- ডায়ফ্রাম স্প্রিং দুর্বল বা অসমান
- রিলিজ বিয়ারিং শব্দ করে/রাফ
- স্লেভ/মাস্টার সিলিন্ডার লিক
- ক্লাচ রিলিজ সম্পূর্ণ হচ্ছে না

### ক্লাচ সার্ভিসিং প্রক্রিয়া (Clutch Servicing Procedure)

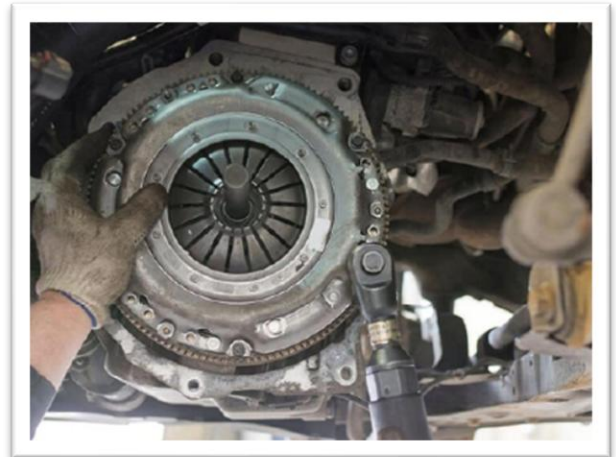
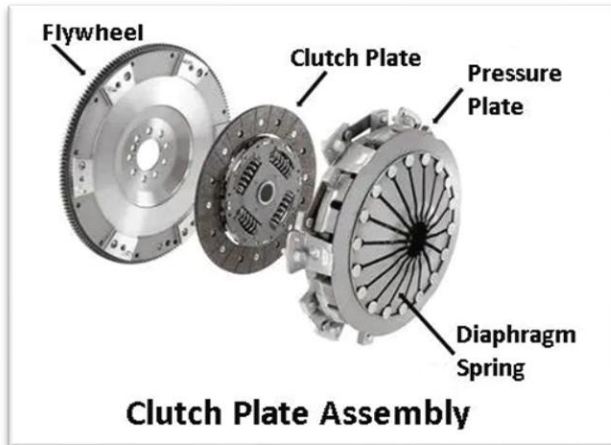
ক্লাচ সিস্টেমের কার্যকারিতা ঠিক রাখার জন্য নিয়মিত সার্ভিসিং খুবই জরুরি। নিচে ধাপে ধাপে ক্লাচ সার্ভিসিং প্রক্রিয়া দেওয়া হলো:

ধাপসমূহ (Steps):

১. প্রস্তুতি গ্রহণ
  - গাড়ি সমতল জায়গায় পার্ক করুন।
  - ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল খুলে নিন।
  - প্রয়োজনীয় টুলস ও সেফটি গিয়ার প্রস্তুত রাখুন।

২. **ভিজ্যুয়াল ইন্সপেকশন**
  - ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে পরীক্ষা করুন।
  - ক্লাচ কেবল, হাইড্রোলিক সিস্টেম বা লিভার চেক করুন।
  - তেল বা লুব্রিকেশন লিকেজ আছে কিনা দেখুন।
৩. **ক্লাচ পেডাল পরীক্ষা**
  - ক্লাচ পেডাল চাপ দিচ্ছে নরম/কঠিন অনুভূত হচ্ছে কিনা দেখুন।
  - প্রয়োজন হলে ফ্রি-প্লে অ্যাডজাস্ট করুন (সাধারণত ১০–২৫ মিমি)।
৪. **ক্লাচ ডিস্ক ও ফ্লাই হইল পরীক্ষা**
  - গিয়ারবক্স খুলে ক্লাচ ডিস্ক বের করুন।
  - ডিস্কে ফ্রিকশন ম্যাটেরিয়াল ক্ষয়, ফাটল বা পুড়ে যাওয়া দাগ আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
  - ফ্লাই হইলের পৃষ্ঠ সমান ও মসৃণ কিনা যাচাই করুন।
৫. **প্রেসার প্লেট পরীক্ষা**
  - প্রেশার প্লেটে ফাটল, পোড়া দাগ বা দুর্বল স্প্রিং আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
  - ক্ষতিগ্রস্ত হলে প্রতিস্থাপন করুন।
৬. **রিলিজ বেয়ারিং (Release Bearing) পরীক্ষা**
  - মসৃণভাবে ঘুরছে কিনা দেখুন।
  - শব্দ হলে বা শক্ত মনে হলে প্রতিস্থাপন করুন।
৭. **ক্লাচ কেবল বা হাইড্রোলিক সিস্টেম পরীক্ষা**
  - কেবল হেঁড়া বা টিলা হলে পরিবর্তন করুন।
  - হাইড্রোলিক ক্লাচ হলে মাস্টার সিলিন্ডার ও স্লেভ সিলিন্ডার চেক করুন।
  - তেল লিক থাকলে মেরামত করুন এবং সঠিক গ্রেডের হাইড্রোলিক ফ্লুইড দিন।
৮. **পরিষ্কার ও লুব্রিকেশন**
  - সব পার্টস ভালোভাবে পরিষ্কার করুন।
  - প্রয়োজনীয় স্থানে হালকা গ্রীস প্রয়োগ করুন (ডিস্কে নয়)।
৯. **সংযোজন (Reassembly)**
  - নতুন বা ভালো অবস্থার ক্লাচ ডিস্ক, প্রেশার প্লেট ও রিলিজ বেয়ারিং ইনস্টল করুন।
  - সব নাট-বল্ট সঠিক টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী টাইট করুন।
১০. **ফাইনাল টেস্টিং**
  - গাড়ি চালু করে ক্লাচ অপারেশন পরীক্ষা করুন।
  - গিয়ার পরিবর্তন মসৃণ হচ্ছে কিনা যাচাই করুন।
  - টেস্ট ড্রাইভ দিয়ে নিশ্চিত হোন।

ডায়াগ্রাম:



## সেলফ চেক (Self Check) - ৪.১

### শূন্যস্থান পূরণঃ

১. ক্লাচের প্রধান কাজ হলো ইঞ্জিন থেকে \_\_\_\_\_ এ শক্তি প্রেরণ করা।
২. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে সাধারণত \_\_\_\_\_ মিমি হয়।
৩. ক্লাচ ডিস্কে \_\_\_\_\_ উপাদান থাকে।
৪. ক্লাচ সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হলো \_\_\_\_\_ বেয়ারিং।
৫. প্রেশার প্লেটের মাধ্যমে ক্লাচ ডিস্কে \_\_\_\_\_ চাপ প্রয়োগ করা হয়।

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬. ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?
৭. ক্লাচের কত প্রকার রয়েছে?
৮. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে কেন অ্যাডজাস্ট করতে হয়?
৯. রিলিজ বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত হলে কী লক্ষণ দেখা যায়?
১০. ক্লাচ সার্ভিসিং এর সময় কোন কোন অংশ পরীক্ষা করতে হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key) - ৪.১

### শূন্যস্থান পূরণঃ

১. ক্লাচের প্রধান কাজ হলো ইঞ্জিন থেকে \_\_\_\_\_ এ শক্তি প্রেরণ করা।  
উত্তর: গিয়ারবক্সে
২. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে সাধারণত \_\_\_\_\_ মিমি হয়।  
উত্তর: ১০২৫ মিমি
৩. ক্লাচ ডিস্কে \_\_\_\_\_ উপাদান থাকে।  
উত্তর: ফ্রিকশন (ঘর্ষণ)
৪. ক্লাচ সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ হলো \_\_\_\_\_ বেয়ারিং।  
উত্তর: রিলিজ
৫. প্রেশার প্লেটের মাধ্যমে ক্লাচ ডিস্কে \_\_\_\_\_ চাপ প্রয়োগ করা হয়।  
উত্তর: স্প্রিং-এর

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

৬. ক্লাচ সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?  
উত্তর: ইঞ্জিনের শক্তি গিয়ারবক্সে প্রেরণ করা ও প্রয়োজন অনুযায়ী ইঞ্জিন ও গিয়ারবক্সকে আলাদা করা।
৭. ক্লাচের কত প্রকার রয়েছে?  
উত্তর: প্রধানতঃ: সিঙ্গেল প্লেট ক্লাচ, মাল্টিপ্লেট ক্লাচ, কোন ক্লাচ, সেন্দ্রিফিউগাল ক্লাচ, হাইড্রোলিক ক্লাচ, ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ক্লাচ।
৮. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে কেন অ্যাডজাস্ট করতে হয়?  
উত্তর: সঠিক ফ্রি-প্লে না থাকলে ক্লাচ ডিস্কে অতিরিক্ত চাপ পড়ে এবং দ্রুত ক্ষয় হয়।
৯. রিলিজ বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত হলে কী লক্ষণ দেখা যায়?  
উত্তর: প্যাডেল চাপলে অস্বাভাবিক শব্দ (ঘর্ষণ/ঘরঘর শব্দ) শোনা যায় এবং ক্লাচ মসৃণভাবে কাজ করে না।
১০. ক্লাচ সার্ভিসিং এর সময় কোন কোন অংশ পরীক্ষা করতে হয়?  
উত্তর: ক্লাচ ডিস্ক, প্রেশার প্লেট, রিলিজ বেয়ারিং, ক্লাই হইল, ক্লাচ পেডাল ফ্রি-প্লে, কেবল বা হাইড্রোলিক সিস্টেম।

## জবশীট (Job Sheet) - ৪.১.১

জবের নাম: ক্লাচ সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি সমতল স্থানে পার্ক করুন এবং ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল খুলুন।
২. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে মাপুন (সাধারণত ১০–২৫ মিমি)।
৩. ক্লাচ কেবল/হাইড্রোলিক লাইন ভিজুয়াল ইন্সপেকশন করুন।
৪. গিয়ারবক্স খুলে ক্লাচ ডিস্ক বের করুন।
৫. ক্লাচ ডিস্কে ঘর্ষণ প্যাড ক্ষয় বা পোড়া দাগ আছে কিনা পরীক্ষা করুন।
৬. প্রেশার প্লেট ও ক্লাই হইলের পৃষ্ঠ পরীক্ষা করুন।
৭. রিলিজ বেয়ারিং মসৃণভাবে ঘুরছে কিনা পরীক্ষা করুন, ত্রুটিপূর্ণ হলে পরিবর্তন করুন।
৮. ক্লাচ লিংকেজ ও বুশিংগুলো পরিষ্কার ও গ্রীস প্রয়োগ করুন।
৯. প্রয়োজন হলে নতুন ক্লাচ ডিস্ক/প্রেশার প্লেট বসান।
১০. পুনরায় গিয়ারবক্স সংযুক্ত করুন এবং সব নাট-বল্ট টর্ক স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী টাইট করুন।
১১. ক্লাচ পেডালের ফ্রি-প্লে পুনরায় অ্যাডজাস্ট করুন।
১২. টেস্ট ড্রাইভ দিয়ে ক্লাচ অপারেশন যাচাই করুন।

### সতর্কতাঃ

- কাজ শুরুর আগে সবসময় ব্যাটারির সংযোগ বিচ্ছিন্ন করুন।
- হাইড্রোলিক জ্যাক বা লিফট ব্যবহার করলে সেফটি স্ট্যান্ড ব্যবহার করুন।
- ক্লাচ ডিস্ক বা ক্লাই হইল তেল/গ্রীজে ভিজতে দেবেন না।
- সবসময় সঠিক স্পেসিফিকেশনের পার্টস ব্যবহার করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৪.১

জবের নাম: ক্লাচ সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- কম্বিনেশন প্লায়ার্স
- সকেট সেট
- স্প্যানার সেট

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- গ্রীজ ও লুব্রিকেন্ট
- রিলিজ বেয়ারিং
- প্রেসার প্লেট
- বোল্ট
- নতুন ক্লাচ প্লেট

ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) - ৪.২

শিখন ফল-২: গিয়ার বক্স সারভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- গিয়ার বক্স এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলির কার্যাবলী
- গিয়ার অয়েল পরিবর্তন করা
- প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা

### গিয়ার বক্স এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ সনাক্তকরণঃ

#### গিয়ার বক্স

গিয়ার বক্স হলো পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা ইঞ্জিন থেকে প্রাপ্ত ঘূর্ণন শক্তিকে প্রয়োজন অনুযায়ী বিভিন্ন গতি ও টর্কে রূপান্তর করে চাকার দিকে প্রেরণ করে। গিয়ার বক্স সঠিকভাবে সার্ভিস ও রক্ষণাবেক্ষণ করার জন্য এর প্রধান উপাদানসমূহ সঠিকভাবে সনাক্ত করা অপরিহার্য।

#### গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানসমূহ

একটি সাধারণ ম্যানুয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানগুলো হল- গিয়ার বক্স হাউজিং, ইনপুট শ্যাফ্ট (ক্লাচ শ্যাফ্ট), কাউন্টার শ্যাফ্ট বা লে শ্যাফ্ট, মেইন শ্যাফ্ট (আউটপুট শ্যাফ্ট), বিভিন্ন গিয়ার (১ম, ২য়, ৩য়, ৪র্থ, ৫ম ও রিভার্স গিয়ার), সিনক্রোনাইজার অ্যাসেম্বলি, ডগ ক্লাচ, গিয়ার সিলেক্টর/শিফট ফর্ক, শিফট রড বা শিফট রেইল, বেয়ারিং, বুশ, অয়েল সিল এবং গিয়ার অয়েল।

গিয়ার বক্স হাউজিং সব উপাদানকে ধারণ ও সুরক্ষা প্রদান করে এবং গিয়ার অয়েল ধরে রাখে। ইনপুট শ্যাফ্ট ক্লাচের মাধ্যমে ইঞ্জিন থেকে শক্তি গ্রহণ করে। কাউন্টার শ্যাফ্ট (লে শ্যাফ্ট) ইনপুট শ্যাফ্ট থেকে শক্তি নিয়ে বিভিন্ন গিয়ারে বিতরণ করে।

মেইন শ্যাফ্ট (আউটপুট শ্যাফ্ট) নির্বাচিত গিয়ারের মাধ্যমে শক্তি প্রপেলার শ্যাফ্ট বা ডিফারেনশিয়ালে প্রেরণ করে। গিয়ারসমূহ গতি ও টর্ক পরিবর্তনের কাজ করে। সিনক্রোনাইজার অ্যাসেম্বলি গিয়ার পরিবর্তনের সময় গিয়ার ও শ্যাফ্টের গতি সমান করে মসৃণ শিফট নিশ্চিত করে। শিফট ফর্ক ও শিফট রড ড্রাইভারের গিয়ার লিভারের নড়াচড়াকে গিয়ার বক্সের ভেতরে গিয়ার পরিবর্তনে রূপান্তর করে। বেয়ারিং ও বুশ শ্যাফ্ট ও গিয়ারকে মসৃণভাবে ঘোরাতে সহায়তা করে। অয়েল সিল ও গিয়ার অয়েল লিকেজ রোধ ও লুব্রিকেশন নিশ্চিত করে। গিয়ার বক্স সার্ভিসের সময় ডায়াগ্রাম, কাট-সেকশন মডেল ও বাস্তব গিয়ার বক্স ব্যবহার করে এসব প্রধান উপাদান সনাক্ত করা হয়। উপাদানগুলো সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে পারলে গিয়ার বক্স খোলা, পরীক্ষা, ত্রুটি নির্ণয় ও পুনরায় সংযোজন কাজ নিরাপদ ও দক্ষতার সাথে করা সম্ভব হয়।

গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি বর্ণনাঃ

### (১) ইনপুট শ্যাফট / ক্লাচ শ্যাফট (Input Shaft / Clutch Shaft)-

ইনপুট শ্যাফট বা ক্লাচ শ্যাফট সরাসরি ইঞ্জিন ও গিয়ার বক্সের মধ্যে শক্তি (Power) স্থানান্তরের প্রথম ধাপ হিসেবে কাজ করে। এই শ্যাফটের মাধ্যমে ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন ঘূর্ণন শক্তি গিয়ার বক্সে প্রবেশ করে।

#### ইনপুট শ্যাফটের কাজ (Functions)-

- ক্লাচের মাধ্যমে ইঞ্জিনের ঘূর্ণন শক্তি গ্রহণ করা।
  - গিয়ার বক্সে শক্তি প্রবেশ করানো।
- কাউন্টার শ্যাফট বা লে-শ্যাফটকে ঘোরানোর জন্য প্রাথমিক গিয়ার ড্রাইভ সরবরাহ করা।
  - গিয়ার পরিবর্তনের সময় শক্তির মসৃণ স্থানান্তর নিশ্চিত করা।

### (২) লে শ্যাফট / কাউন্টার শ্যাফট (Lay Shaft / Counter Shaft)

লে শ্যাফট বা কাউন্টার শ্যাফট ইনপুট শ্যাফট থেকে শক্তি গ্রহণ করে বিভিন্ন গিয়ারের মাধ্যমে আউটপুট শ্যাফটে শক্তি সরবরাহ করে। এটি মূলত গিয়ার রেশিও পরিবর্তনের মাধ্যমে যানবাহনের গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে।

#### লে শ্যাফটের কাজ (Functions)-

- ইনপুট শ্যাফট থেকে ঘূর্ণন শক্তি গ্রহণ করা।
- বিভিন্ন আকারের গিয়ারের মাধ্যমে গিয়ার রেশিও পরিবর্তন করা।
- প্রয়োজন অনুযায়ী টর্ক বৃদ্ধি বা গতি কমানো/বাড়ানো।
- নির্বাচিত গিয়ারের মাধ্যমে শক্তি আউটপুট শ্যাফটে পাঠানো।

### (৩) মেইন শ্যাফট / আউটপুট শ্যাফট (Main Shaft / Output Shaft)

মেইন শ্যাফট বা আউটপুট শ্যাফট হলো গিয়ার বক্সের সেই প্রধান উপাদান, যার মাধ্যমে গিয়ার বক্স থেকে শক্তি বের হয়ে ডিফারেনশিয়াল ও ড্রাইভ শ্যাফটে পৌঁছে যায়। এটি গিয়ার বক্সের সর্বশেষ শক্তি বহনকারী শ্যাফট হিসেবে কাজ করে। মেইন শ্যাফট গিয়ার বক্সের ভিতরে ইনপুট ও লে শ্যাফটের সাথে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে। এটি গিয়ার বক্সের সামনের দিক থেকে পিছনের দিকে বিস্তৃত থাকে। শ্যাফটের শেষ প্রান্ত প্রপেলার শ্যাফট বা ডিফারেনশিয়ালের সাথে সংযুক্ত থাকে।

#### মেইন শ্যাফটের কাজ (Functions)-

- লে শ্যাফট থেকে নির্বাচিত গিয়ারের মাধ্যমে শক্তি গ্রহণ করা।
- নির্বাচিত গিয়ার রেশিও অনুযায়ী ঘূর্ণন শক্তি বহন করা।
- শক্তিকে প্রপেলার শ্যাফট বা ডিফারেনশিয়ালে প্রেরণ করা।
- গাড়ির গতি ও টর্ক চূড়ান্তভাবে নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করা।

### (৪) সিনক্রোনাইজিং ইউনিট (Synchronizing Unit)

সিনক্রোনাইজিং ইউনিট হলো আধুনিক ম্যানুয়াল গিয়ার বক্সের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যার কাজ হলো গিয়ার পরিবর্তনের সময় বিভিন্ন গিয়ারের ঘূর্ণন গতি সমান করা। এর ফলে গিয়ার পরিবর্তন সহজ, মসৃণ ও শব্দবিহীন হয়। এটি মেইন শ্যাফট (Output shaft)-এর উপর স্থাপন করা থাকে। সাধারণত প্রতিটি ফরোয়ার্ড গিয়ারের সাথে একটি করে সিনক্রোনাইজার যুক্ত থাকে। এটি গিয়ার ও মেইন শ্যাফটের মাঝখানে অবস্থান করে।

#### সিনক্রোনাইজিং ইউনিটের কাজ (Functions)-

- গিয়ার এনগেজ করার আগে গিয়ার ও মেইন শ্যাফটের ঘূর্ণন গতি সমান করা।
- গিয়ার দাঁতের সাথে দাঁত ধাক্কা লাগা (Gear clash) রোধ করা।
- মসৃণ ও শব্দহীন গিয়ার পরিবর্তন নিশ্চিত করা।

- গিয়ার বক্সের আয়ু বৃদ্ধি করা।

#### (৫) বিভিন্ন ধরনের গিয়ার (Different Gears)

গিয়ার বক্সে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের গিয়ার যানবাহনের গতি, টর্ক ও দিক নিয়ন্ত্রণে মুখ্য ভূমিকা পালন করে। গিয়ারগুলোর বিভিন্ন আকার ও দাঁতের সংখ্যা অনুযায়ী গিয়ার রেশিও পরিবর্তিত হয়, যার মাধ্যমে ইঞ্জিনের শক্তি প্রয়োজন অনুযায়ী চাকা পর্যন্ত পৌঁছানো সম্ভব হয়।

গিয়ার সাধারণত উচ্চ শক্তিসম্পন্ন অ্যালয় স্টিল দিয়ে তৈরি। প্রতিটি গিয়ারের নির্দিষ্ট সংখ্যক দাঁত (Teeth) থাকে। গিয়ার দাঁত বিশেষভাবে নকশা করা হয় যাতে ঘর্ষণ কম হয় এবং মসৃণভাবে শক্তি স্থানান্তর হয়।

#### গিয়ার বক্সে ব্যবহৃত বিভিন্ন গিয়ার-

১. ফার্স্ট গিয়ার (First Gear)
২. সেকেন্ড গিয়ার (Second Gear)
৩. থার্ড গিয়ার (Third Gear)
৪. ফোর্থ গিয়ার (Fourth Gear)
৫. ফিফথ গিয়ার / ওভারড্রাইভ (Fifth Gear / Overdrive)
৬. রিভার্স গিয়ার (Reverse Gear)

#### গিয়ারগুলোর কাজ (Functions)-

- ইঞ্জিনের শক্তিকে বিভিন্ন গিয়ার রেশিওতে রূপান্তর করা।
- প্রয়োজন অনুযায়ী টর্ক বাড়ানো বা কমানো।
- গাড়ির গতি নিয়ন্ত্রণ করা।
- গাড়ির দিক পরিবর্তন (Forward/Reverse) সম্ভব করা।

#### ক. গিয়ারবক্স সিস্টেম

গিয়ার বক্সের প্রধান কাজ হলো ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন শক্তিকে চাকায় পাঠানো এবং একইসাথে গাড়ির গতি (স্পিড) ও টর্ক (ঘূর্ণন শক্তি) নিয়ন্ত্রণ করা। এর মাধ্যমে ইঞ্জিনকে একটি নির্দিষ্ট RPM (ঘূর্ণন প্রতি মিনিট) পরিসরে রেখে গাড়ির গতি বাড়ানো বা কমানো সম্ভব হয়, যা বিভিন্ন পরিস্থিতিতে (যেমন - কম গতিতে বেশি শক্তি প্রয়োজন হলে বা দ্রুত চলতে হলে) গাড়িকে কার্যকরভাবে পরিচালনা করতে সাহায্য করে।

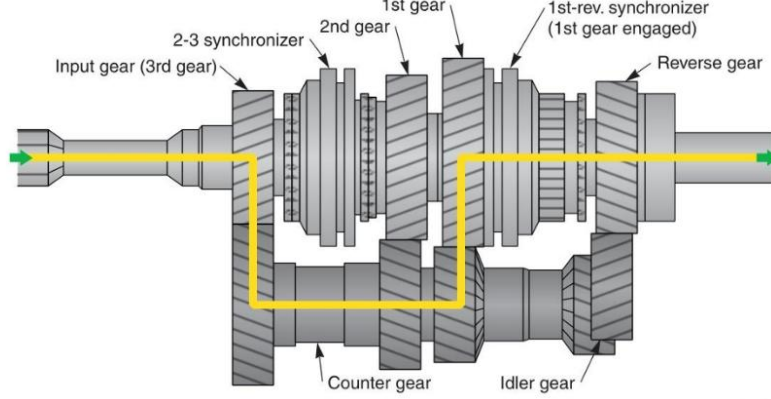
#### গিয়ার বক্সের মূল কাজ:

- **শক্তি স্থানান্তর:** এটি ইঞ্জিন থেকে উৎপন্ন শক্তিকে গিয়ার ব্যবহার করে চাকায় প্রেরণ করে।
- **গতি নিয়ন্ত্রণ:** গিয়ার বক্স বিভিন্ন গিয়ার অনুপাত ব্যবহার করে গাড়ির গতিকে পরিবর্তন করতে পারে। কম গতিতে বেশি টর্ক (টান) এবং বেশি গতিতে কম টর্ক সরবরাহ করতে এটি সাহায্য করে।
- **টর্ক বাড়ানো বা কমানো:** গিয়ার পরিবর্তন করার মাধ্যমে টর্ককে বাড়ানো বা কমানো যায়, যা বিভিন্ন অবস্থার জন্য গুরুত্বপূর্ণ। যেমন - গাড়ি যখন ধীর গতিতে চলে বা ভারী কিছু টানতে হয়, তখন টর্ক বেশি প্রয়োজন হয়।
- **গাড়ির দিক পরিবর্তন:** গিয়ারবক্সের মাধ্যমে গাড়ির ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন করা যায়, যা গাড়িকে সামনে বা পেছনে যেতে সাহায্য করে।

খ. গিয়ার বক্স প্রধানত দুই প্রকারের হয়: ম্যানুয়াল গিয়ার বক্স এবং অটোমেটিক গিয়ার বক্স। ম্যানুয়াল গিয়ার বক্সে চালক নিজ হাতে ক্লাচ প্যাডেল ব্যবহার করে গিয়ার পরিবর্তন করেন। অন্যদিকে, অটোমেটিক গিয়ার বক্স স্বয়ংক্রিয়ভাবে গিয়ার পরিবর্তন করে এবং এর অধীনে টর্ক কনভার্টার, CVT, AMT, ও DCT-এর মতো বিভিন্ন প্রকারভেদ রয়েছে।

### ম্যানুয়াল গিয়ার বক্স

- **কার্যপ্রণালী:** চালক ক্লাচ প্যাডেল ব্যবহার করে ইঞ্জিন থেকে পাওয়ার সংযোগ বিচ্ছিন্ন করেন এবং গিয়ার লিভারের মাধ্যমে ম্যানুয়ালি গিয়ার পরিবর্তন করেন।
- **সুবিধা:** সাধারণত বেশি জ্বালানী সাশ্রয়ী হয় এবং চালকের গাড়ির ওপর ভালো নিয়ন্ত্রণ থাকে।



### ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশন স্পিড সেন্সর:

আউটপুট শ্যাফটের গতি পরিমাপ করে যাতে নিয়ন্ত্রণ মডিউল গাড়ির রাস্তার গতি **mph** বা **km/h** এ গণনা করতে পারে। এই সেন্সর একটি পালসিং এসি সিগন্যাল তৈরি করে, যা ড্রাইভশ্যাফট এবং গাড়ির গতি প্রতিনিধিত্ব করে।

### ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশন গিয়ার সেন্সর (সুইচিং সেন্সর):

গিয়ারবক্স গিয়ার পজিশন রিভার্স, নিউট্রাল এবং সমস্ত ফরোয়ার্ড গিয়ার অনুপাত পরীক্ষা করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। এই সেন্সরগুলি প্রায়শই সুরক্ষা সুইচ হিসাবে ব্যবহৃত হয় যাতে কোনও ট্রান্সমিশন গিয়ার সঠিকভাবে সংযুক্ত বা বিচ্ছিন্ন না হলে বিপর্যয়কর ট্রান্সমিশন ব্যর্থতা এড়ানো যায়।

### ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশন (প্রেসার সেন্সর):

স্বয়ংক্রিয় ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশন হাইড্রোলিক তরলের চাপ পরিমাপ করতে যা বিভিন্ন শ্যাফট এবং গিয়ারে শক্তি স্থানান্তর করে এমন ভেজা ক্লাচগুলি পরিচালনা করতে ব্যবহৃত হয়।

**Manual Transmission Fluid (MTF)** ম্যানুয়াল গিয়ারবক্স তেল হল এক ধরনের লুব্রিকেন্ট যা গিয়ারবক্সের অভ্যন্তরের উপাদানগুলোকে লুব্রিকেট করে, ঘর্ষণ কমিয়ে মসৃণভাবে কাজ করতে সাহায্য করে এবং ক্ষয় ও ছিঁড়ে যাওয়া থেকে সুরক্ষা দেয়। সাধারণত **SAE 75W-90** বা **75W-85** গ্রেডের গিয়ার তেল ব্যবহার করা হয়, যা **API GL-4** বা **GL-5** মান পূরণ করে। গাড়ির ব্যবহারকারী ম্যানুয়াল চেক করে সঠিক গ্রেড ও পরিমাণ নির্ধারণ করা উচিত।

### গ. কেন ম্যানুয়াল গিয়ারবক্স তেল গুরুত্বপূর্ণ?

- **লুব্রিকেশন:** গিয়ার, বিয়ারিং এবং অন্যান্য অভ্যন্তরীণ অংশগুলোকে লুব্রিকেট করে।
- **ক্ষয় হ্রাস:** ঘর্ষণ কমিয়ে গিয়ার ও বিয়ারিংয়ের ক্ষয় ও ছিঁড়ে যাওয়া প্রতিরোধ করে।
- **তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ:** উচ্চ ও নিম্ন তাপমাত্রায় গিয়ারবক্সকে ঠান্ডা রাখতে সাহায্য করে।
- **মসৃণ অপারেশন:** গিয়ার পরিবর্তনকে মসৃণ ও সহজ করে তোলে।

### গিয়ার অয়েল পরিবর্তন কার্যক্রম সম্পাদন (Change of gear oil is carried out):

গিয়ার বক্সের ভেতরে থাকা গিয়ার, শ্যাফ্ট ও বেয়ারিংসমূহ সঠিকভাবে ও দীর্ঘ সময় কাজ করার জন্য গিয়ার অয়েল পরিবর্তন একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ সার্ভিসিং কাজ। গিয়ার অয়েল গিয়ারগুলোর ঘর্ষণ কমায়ে, তাপ অপসারণ করে এবং যন্ত্রাংশকে ক্ষয় ও মরিচা থেকে রক্ষা করে। নির্দিষ্ট সময় পর বা নির্দিষ্ট কিলোমিটার ব্যবহারের পর গিয়ার অয়েল পরিবর্তন করা প্রয়োজন।

গিয়ার অয়েল পরিবর্তনের প্রয়োজনীয়তা-

দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে গিয়ার অয়েল দূষিত হয়ে যায় এবং এর লুব্রিকেশন ক্ষমতা কমে যায়। এতে গিয়ার বক্স থেকে অস্বাভাবিক শব্দ, অতিরিক্ত তাপ সৃষ্টি, গিয়ার পরিবর্তনে কঠিনতা এবং যন্ত্রাংশের দ্রুত ক্ষয়ের সমস্যা দেখা দিতে পারে। তাই নিয়মিত গিয়ার অয়েল পরিবর্তনের মাধ্যমে গিয়ার বক্সের কর্মক্ষমতা ও আয়ু বৃদ্ধি করা হয়।

**গিয়ার অয়েল পরিবর্তনের ধাপসমূহ:**

১. যানবাহন প্রস্তুত করা:

গাড়িটি সমতল স্থানে পার্ক করে হ্যান্ড ব্রেক ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজনে জ্যাক স্ট্যান্ড ব্যবহার করে নিরাপত্তা নিশ্চিত করা হয়।

২. ড্রেন প্লাগ খুলে পুরাতন অয়েল বের করা:

গিয়ার বক্সের নিচে থাকা ড্রেন প্লাগ খুলে পুরাতন গিয়ার অয়েল সম্পূর্ণভাবে বের করে নেওয়া হয়। এতে জমে থাকা ময়লা ও ধাতব কণা বের হয়ে যায়।

৩. ড্রেন প্লাগ পরিষ্কার ও পুনঃস্থাপন:

ড্রেন প্লাগ পরিষ্কার করে পরীক্ষা করা হয়। প্রয়োজন হলে ওয়াশার পরিবর্তন করে প্লাগ পুনরায় শক্ত করে লাগানো হয়।

৪. নতুন গিয়ার অয়েল ভর্তি করা:

ফিলার প্লাগ খুলে নির্ধারিত গ্রেড ও পরিমাণ অনুযায়ী নতুন গিয়ার অয়েল ভর্তি করা হয়। অয়েল লেভেল সঠিক কিনা পরীক্ষা করা হয়।

৫. লিকেজ পরীক্ষা করা:

অয়েল ভরার পর ড্রেন ও ফিলার প্লাগ থেকে কোনো লিকেজ হচ্ছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়।

গিয়ার অয়েল পরিবর্তনের সময় সতর্কতা-

- সবসময় প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত গ্রেডের গিয়ার অয়েল ব্যবহার করতে হবে।
- অতিরিক্ত বা কম অয়েল ব্যবহার করা যাবে না।
- পুরাতন অয়েল পরিবেশবান্ধব উপায়ে নিষ্পত্তি করতে হবে।
- কাজের সময় প্রয়োজনীয় PPE (হাতমোজা, সেফটি গগলস) ব্যবহার করতে হবে।

গিয়ার অয়েল পরিবর্তনের উপকারিতা-

- গিয়ার বক্সের ঘর্ষণ ও শব্দ কমে যায়
- গিয়ার পরিবর্তন মসৃণ হয়
- যন্ত্রাংশের আয়ু বৃদ্ধি পায়
- গিয়ার বক্সের কর্মক্ষমতা ও নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত হয়

কীভাবে ম্যানুয়াল গিয়ারবক্স অয়েল পরিবর্তন করবেন:

১. **প্রস্তুতি:** গাড়ি একটি সমতল জায়গায় রাখুন এবং হ্যান্ডব্রেক চালু করুন। গাড়ির নিচে কাজ করার জন্য জ্যাকে ব্যবহার করুন ও সিকিউরিটি দাঁড় করান।
২. **তেল নিষ্কাশন:** গিয়ারবক্সের নিচের দিকে ডেন প্লাগটি খুঁজুন। ডেন প্লাগ খোলার আগে, ফিল্টার প্লাগ (ওপরের দিকের) খুলে দিন, যাতে তেল সহজে বের হতে পারে। পুরনো তেল একটি ডেন প্যানে সংগ্রহ করুন।
৩. **নতুন তেল ভরা:** একটি বিশেষ পাম্প ব্যবহার করে সঠিক মানের নতুন তেল ফিল্টার প্লাগের মাধ্যমে গিয়ারবক্সে ঢালুন। তেল বাইরে বের হতে শুরু করলে বুঝবেন গিয়ারবক্স পূর্ণ হয়েছে।
৪. **চূড়ান্ত:** ফিল্টার প্লাগ এবং ডেন প্লাগ বন্ধ করে দিন। গাড়ির নিচে কোনো ছিদ্র বা লিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করুন। গাড়িটি ভালো করে পরীক্ষা করে দেখুন

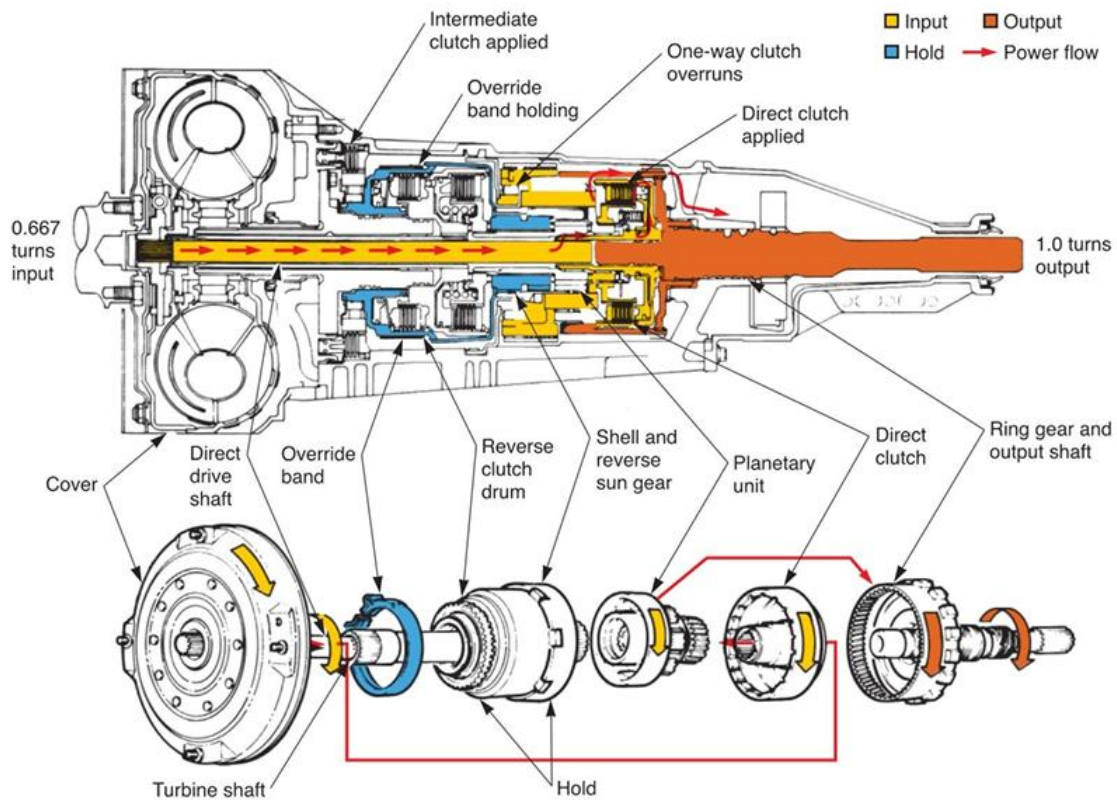
### অটোমেটিক গিয়ার বক্স

**কার্যপ্রণালী:** এটি চালকের ইনপুট ছাড়াই স্বয়ংক্রিয়ভাবে গিয়ার পরিবর্তন করে।

#### প্রকারভেদ:

- **টর্ক কনভার্টার অটোমেটিক (Torque Converter Automatic):** এটি সবচেয়ে প্রচলিত প্রকার, যেখানে একটি টর্ক কনভার্টার ব্যবহার করা হয় গিয়ার পরিবর্তন করার জন্য।
- **কন্টিনিউয়ালি ভ্যারিয়েবল ট্রান্সমিশন (CVT):** এটি একটি অসীম সংখ্যক গিয়ার অনুপাত প্রদান করে, যা মসৃণভাবে গতি পরিবর্তনের সুবিধা দেয়।
- **অটোমেটিক ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশন (AMT):** এটি ম্যানুয়াল ট্রান্সমিশনের একটি স্বয়ংক্রিয় সংস্করণ,
- যেখানে ইলেকট্রনিকভাবে নিয়ন্ত্রিত ক্লাচ এবং গিয়ার পরিবর্তনের ব্যবস্থা থাকে।

**ডুয়াল ক্লাচ ট্রান্সমিশন (DCT):** এটি দুটি ক্লাচ ব্যবহার করে দ্রুত গিয়ার পরিবর্তন করতে পারে, যা স্পোর্টস কার এবং পারফরম্যান্স-ভিত্তিক গাড়ির জন্য জনপ্রিয়।



I. Power flow in high gear of a four-speed automatic with overdrive.

Ford

অটো গিয়ার বক্সে তেল অয়েল থাকে, তবে সেটাকে সাধারণত "ATF" (Automatic Transmission Fluid) বলা হয়।

ATF বা অটো ট্রান্সমিশন ফ্লুইডের কাজ:

১. গিয়ার পরিবর্তনকে মসৃণ করে – অটো গিয়ারবক্সে গিয়ার পরিবর্তন হাইড্রোলিক প্রেসারের মাধ্যমে হয়।
২. লুব্রিকেশন দেয় – চলন্ত যন্ত্রাংশে ঘর্ষণ কমায়।
৩. তাপ নিয়ন্ত্রণ করে – ট্রান্সমিশনের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করে।
৪. পরিষ্কার রাখে – ময়লা ও ধাতব কণা দূরে রাখে।

গিয়ার বক্স কীভাবে কাজ করে?-

- একটি গিয়ারবক্সের মধ্যে একাধিক গিয়ার থাকে যা শ্যাফটের সাথে যুক্ত থাকে।
- গিয়ারগুলো একে অপরের সাথে মিশে (engage করে) শক্তি এবং গতি স্থানান্তর করে।
- ছোট গিয়ার বড় গিয়ারের সাথে যুক্ত হলে, ছোট গিয়ারের দ্রুত ঘূর্ণনের মাধ্যমে বড় গিয়ার ধীরে ঘুরবে কিন্তু তার ঘূর্ণন শক্তি (টর্ক) বৃদ্ধি পাবে। আবার, বড় গিয়ার ছোট গিয়ারের সাথে যুক্ত হলে, ছোট গিয়ার দ্রুত ঘুরবে এবং তার টর্ক কমে যাবে।
- গাড়ির ইঞ্জিনের সাথে তাল মিলিয়ে বিভিন্ন গিয়ার নির্বাচন করার মাধ্যমে এই পরিবর্তনগুলো ঘটানো হয়।

গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষা ও প্রয়োজনে প্রতিস্থাপনঃ

গিয়ার বক্স দীর্ঘ সময় ব্যবহারের ফলে এর অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশে ক্ষয়, টিলাভাব বা বিকৃতি দেখা দিতে পারে। তাই **Service Gear Box** কার্যক্রমের গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানসমূহ ভালোভাবে পরীক্ষা (Testing) করা এবং ত্রুটি পাওয়া গেলে **প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন (Replacement)** করা। এতে গিয়ার বক্সের কর্মক্ষমতা, নিরাপত্তা ও স্থায়িত্ব নিশ্চিত হয়।

১) গিয়ারসমূহ (Gears) পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

পরীক্ষা:

- গিয়ার দাঁতে ক্ষয়, ভাঙন, পিটিং বা অস্বাভাবিক দাগ আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- গিয়ার দাঁতের সমানতা ও মেশিং ঠিক আছে কিনা দেখা হয়।

প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- দাঁত ভাঙা বা অতিরিক্ত ক্ষয়প্রাপ্ত হলে
- গিয়ার বিকৃত বা শব্দ সৃষ্টি করলে

২) শ্যাফট (Input, Counter & Output Shaft) পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

পরীক্ষা:

- শ্যাফট সোজা আছে কিনা এবং বাঁকা (bent) হয়েছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- স্প্লাইন অংশে ক্ষয় বা টিলাভাব আছে কিনা দেখা হয়।

প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- শ্যাফট বাঁকা বা অতিরিক্ত ক্ষয়প্রাপ্ত হলে
- স্প্লাইন নষ্ট হলে

### ৩) সিনক্রোনাইজার অ্যাসেম্বলি পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

#### পরীক্ষা:

- সিনক্রোনাইজার রিং ও ডগ টিথের ক্ষয় পরীক্ষা করা হয়।
- গিয়ার শিফটের সময় মসৃণতা আছে কিনা দেখা হয়।

#### প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- গিয়ার ঢোকাতে কষ্ট হলে
- শিফটের সময় শব্দ বা ঝাঁকুনি হলে

### ৪) বেয়ারিং ও বুশ (Bearing & Bush) পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

#### পরীক্ষা:

- বেয়ারিং ঘোরালে শব্দ বা বুক্ষতা আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- টিলা বা অতিরিক্ত গ্যাপ আছে কিনা দেখা হয়।

#### প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- বেয়ারিং শব্দ করলে বা লক হয়ে গেলে
- অতিরিক্ত টিলা হলে

### ৫) শিফট ফর্ক ও শিফট রড পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

#### পরীক্ষা:

- শিফট ফর্ক বঁকা, ক্ষয়প্রাপ্ত বা ভাঙা কিনা দেখা হয়।
- শিফট রড মসৃণভাবে চলাচল করছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

#### প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- ফর্ক বিকৃত বা ক্ষতিগ্রস্ত হলে
- রড আটকে গেলে বা ক্ষয়প্রাপ্ত হলে

### ৬) অয়েল সিল ও গ্যাসকেট পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন

#### পরীক্ষা:

- গিয়ার অয়েল লিকেজ আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- সিল শক্ত বা ফেটে গেছে কিনা দেখা হয়।

#### প্রতিস্থাপন প্রয়োজন হলে:

- অয়েল লিক করলে
- সিল বা গ্যাসকেট ক্ষতিগ্রস্ত হলে

### কেন এই পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন জরুরি?

গিয়ার বক্সের যেকোনো একটি উপাদানের ত্রুটি গিয়ার পরিবর্তনে সমস্যা, অস্বাভাবিক শব্দ, শক্তি ক্ষয় এবং দুর্ঘটনার ঝুঁকি বাড়াতে পারে। তাই গিয়ার বক্স সার্ভিসের সময় প্রতিটি প্রধান উপাদান পরীক্ষা করে প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন করলে

**Service Gear Box** কাজ সঠিকভাবে সম্পন্ন হয় এবং **SERVICE POWER TRANSMISSION SYSTEM** নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে।



## সেলফ চেক (Self Check)-8.২

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. গিয়ারবক্স থেকে অস্বাভাবিক শব্দ আসছে কেন?
২. গিয়ার পরিবর্তন করতে সমস্যা হচ্ছে কেন?
৩. গাড়ির স্পিড বাড়ালে বা কমালে গিয়ার সুথলি পরিবর্তন হচ্ছে না কেন?
৪. গিয়ারবক্স থেকে তেল লিক করছে কিনা?
৫. আমার গাড়ির গিয়ারবক্সের জন্য কোন ধরনের সার্ভিসিং প্রয়োজন?

## উত্তরপত্র (Answer Key) - 8.২

১. গিয়ারবক্স থেকে অস্বাভাবিক শব্দ আসছে কেন?

উত্তর: সম্ভাব্য কারণ:

- গিয়ার অয়েলের পরিমাণ কম বা পুরনো হয়ে গেছে।
- গিয়ারের দাঁত ক্ষয়প্রাপ্ত বা ভাঙা।
- বেয়ারিং বা সিঙ্ক্রোনাইজার নষ্ট।
- ভুল গ্রেডের অয়েল ব্যবহার করা হয়েছে।

সমাধান:

তেল পরিবর্তন করো, গিয়ারবক্স খুলে ক্ষতিগ্রস্ত অংশ পরিবর্তন করতে হবে।

২. গিয়ার পরিবর্তন করতে সমস্যা হচ্ছে কেন?

উত্তর: সম্ভাব্য কারণ:

- ক্লাচ সঠিকভাবে কাজ করছে না (স্লিপ করছে বা ঠিকমতো রিলিজ হচ্ছে না)।
- গিয়ার লিভার লিংকেজে টিলা বা বাধা আছে।
- গিয়ার তেল শুকিয়ে গেছে বা ঘন হয়ে গেছে।

সমাধান:

ক্লাচ ও গিয়ার লিংকেজ পরীক্ষা করে ঠিক করো, অয়েল পরিবর্তন করো।

৩. গাড়ির স্পিড বাড়ালে বা কমালে গিয়ার সুথলি পরিবর্তন হচ্ছে না কেন?

উত্তর: সম্ভাব্য কারণ:

- সিঙ্ক্রোনাইজার রিং নষ্ট।
- অয়েল কম বা ঘন হয়ে গেছে।
- গিয়ারবক্সের ভেতরে ঘর্ষণ বেড়েছে।

সমাধান:

সিঙ্ক্রোনাইজার পরিবর্তন করতে হবে, নতুন উপযুক্ত গিয়ার অয়েল ব্যবহার করো।

৪. গিয়ারবক্স থেকে তেল লিক করছে কিনা?

উত্তর: সম্ভাব্য কারণ:

- ডেন প্লাগ বা গ্যাসকেট টিলা।
- সিল বা জয়েন্ট নষ্ট।
- ওভারফিল বা অতিরিক্ত চাপের কারণে লিক।

সমাধান:

লিক স্থানে সিল পরিবর্তন করো এবং সঠিক পরিমাণে তেল ভরো।

৫. আমার গাড়ির গিয়ারবক্সের জন্য কোন ধরনের সার্ভিসিং প্রয়োজন?

উত্তর:

১. তেল পরীক্ষা ও পরিবর্তন (Oil Change Service)
২. গিয়ারবক্স পরিষ্কার ও পরিদর্শন (Inspection & Cleaning)
৩. লিক টেস্ট ও সিল পরিবর্তন (Leak & Seal Service)
৪. ক্লাচ লিংকেজ ও শিফটার অ্যাডজাস্টমেন্ট (Adjustment Service)
৫. গিয়ারবক্স ওভারহলিং (Overhaul Service) – যদি শব্দ বা গিয়ার আটকে যায়।

## জব শীট (Job Sheet) - ৪.২

জবের নাম: গিয়ারবক্স সার্ভিসিং করা।

কাজের ধাপসমূহ:

১. **প্রস্তুতি ধাপ (Preparation Stage):** গাড়ি সমতল স্থানে পার্ক করো। হ্যান্ড ব্রেক টেনে দাও ও ব্যাটারির নেগেটিভ টার্মিনাল খুলে দাও। প্রয়োজনীয় টুলস ও উপকরণ প্রস্তুত রাখো। গাড়ি হাইড্রোলিক জ্যাক ও জ্যাক স্ট্যান্ড দিয়ে নিরাপদে তুলো।
২. **পুরনো তেল নিষ্কাশন (Draining Old Oil):** গিয়ারবক্সের নিচে ড্রেন প্লাগ খুঁজে বের করো। নিচে অয়েল ট্রে রাখো। ড্রেন প্লাগ খুলে পুরনো তেল সম্পূর্ণ বের করে ফেলো। পুরনো তেল ফেলার পর ড্রেন প্লাগ ভালোভাবে পরিষ্কার করো।
৩. **পরীক্ষা ও পরিদর্শন (Inspection):** গিয়ারবক্সের বডিতে কোনো তেল লিক আছে কিনা পরীক্ষা করো। বোল্ট, নাট ও গ্যাসকেট ঠিক আছে কিনা দেখো। গিয়ার লিভার লিংকেজ ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করো।
৪. **নতুন তেল ভরানো (Refilling New Oil):** নির্ধারিত মানের গিয়ার অয়েল (যেমন SAE ৮০W-৯০) ব্যবহার করো।
৫. **সমাপ্তি ও পরীক্ষা (Finishing & Testing):** ইঞ্জিন চালু করে সব গিয়ার একে একে পরীক্ষা করো। কোনো শব্দ, লিক বা কম্পন হচ্ছে কিনা লক্ষ্য করো।

সতর্কতা :

- গাড়ি স্থির রাখুন এবং পার্ক ব্রেক ব্যবহার করা
- সঠিক টুল ও টর্ক ব্যবহার করা
- হাত ও চোখ রক্ষা করা
- সঠিক গ্রেডের লুব্রিক্যান্ট ব্যবহার করা
- ঢাকনা খুলতে সতর্ক থাকা
- বোল্ট সমানভাবে টাইট করা
- ভেতরে ধুলো বা ময়লা প্রবেশ রোধ করা
- সার্ভিস শেষে টেস্ট ড্রাইভ করা

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৪.২

জবের নাম: গিয়ারবক্স সার্ভিসিং করা।

প্রয়োজনীয় পিপিই :

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস

- সেফটি সু

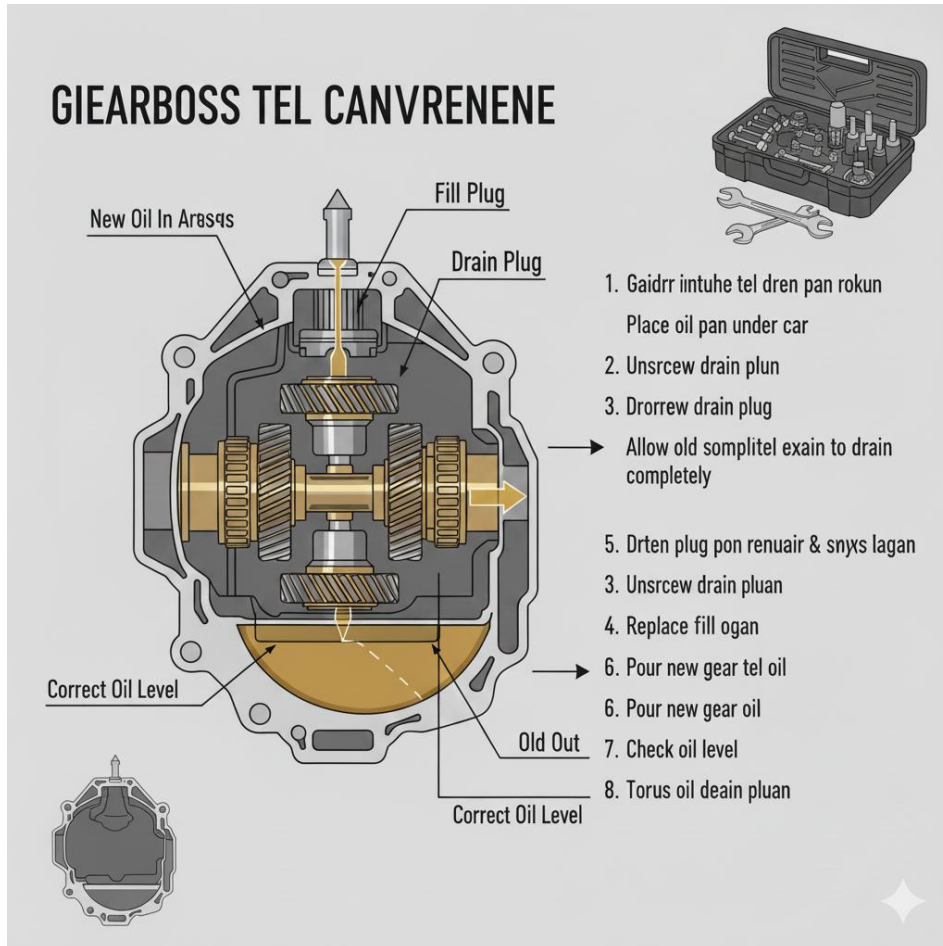
#### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- গ্যাসকেট স্ক্র্যাপার
- সকেট সেট
- অয়েল পাম্প
- হাইড্রোলিক জ্যাক ও জ্যাক স্ট্যান্ড

#### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- গ্যাসকেট (Gasket)
- গিয়ার অয়েল (Gear Oil / MTF)
- সিল বা অয়েল সিল (Oil Seal)
- টেফলন টেপ (Teflon Tape)
- গ্রিজ (Grease)

#### ভায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)- ৪.৩

শিখন ফল-৩: ডিফারেন্টশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানগুলির কার্যাবলী
- সমন্বয় এবং তেল পরিবর্তন করা
- প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষা করা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা

### ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স এবং এর প্রধান উপাদানসমূহঃ

ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স হলো পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা গিয়ার বক্স থেকে আসা ঘর্ষণ শক্তিকে দুই চাকার মধ্যে সঠিকভাবে বণ্টন করে এবং বাঁক নেওয়ার সময় চাকার ভিন্ন ভিন্ন গতিতে ঘোরাকে সম্ভব করে। **Service Differential Gear Box** কার্যক্রম সঠিকভাবে সম্পাদনের জন্য এর প্রধান উপাদানসমূহ সঠিকভাবে সনাক্ত করা অপরিহার্য।

একটি সাধারণ ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানগুলোর মধ্যে রয়েছে— ডিফারেনশিয়াল হাউজিং, রিং গিয়ার (Crown Wheel), পিনিয়ন গিয়ার, ডিফারেনশিয়াল কেস বা ক্যারিয়ার, সাইড গিয়ার, স্পাইডার গিয়ার (পিনিয়ন গিয়ার সেট), ক্রস পিন বা পিনিয়ন শ্যাফ্ট, অ্যাক্সেল শ্যাফ্ট, বেয়ারিং, অয়েল সিল এবং ডিফারেনশিয়াল অয়েল।

ডিফারেনশিয়াল হাউজিং সকল অভ্যন্তরীণ যন্ত্রাংশকে ধারণ ও সুরক্ষা দেয় এবং অয়েল ধরে রাখে। পিনিয়ন গিয়ার প্রপেলার শ্যাফ্ট থেকে শক্তি গ্রহণ করে। রিং গিয়ার (ক্রাউন হইল) পিনিয়ন গিয়ার থেকে শক্তি নিয়ে ডিফারেনশিয়াল কেস ঘোরায়। ডিফারেনশিয়াল কেস/ক্যারিয়ার এর ভেতরে সাইড ও স্পাইডার গিয়ার স্থাপিত থাকে। সাইড গিয়ার অ্যাক্সেল শ্যাফ্টের সাথে যুক্ত থাকে এবং চাকার দিকে শক্তি পাঠায়। স্পাইডার গিয়ার চাকার ভিন্ন ভিন্ন গতিতে ঘোরাকে সম্ভব করে। ক্রস পিন/পিনিয়ন শ্যাফ্ট স্পাইডার গিয়ারকে ধরে রাখে। অ্যাক্সেল শ্যাফ্ট ডিফারেনশিয়াল থেকে চাকার দিকে শক্তি প্রেরণ করে। বেয়ারিং ও অয়েল সিল ঘর্ষণ মসৃণ রাখা ও লিকেজ রোধ করে।

ডিফারেনশিয়াল সার্ভিসিংয়ের সময় কাট-সেকশন ডায়াগ্রাম, এক্সপ্লোডেড ভিউ এবং বাস্তব ডিফারেনশিয়াল অ্যাসেম্বলি ব্যবহার করে এসব উপাদান সনাক্ত করা হয়। সঠিকভাবে উপাদানগুলো চিহ্নিত করতে পারলে ত্রুটি নির্ণয়, খোলা-জোড়া লাগানো এবং রক্ষণাবেক্ষণ কাজ নিরাপদ ও দক্ষতার সাথে করা সম্ভব হয়। তাই **Advance Auto Mechanics** প্রশিক্ষণে ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান উপাদানসমূহ সনাক্তকরণকে একটি মৌলিক ও অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ দক্ষতা হিসেবে গুরুত্ব দেওয়া হয়।

ক. ডিফারেনশিয়াল গিয়ারবক্স হলো একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা যা ইঞ্জিন থেকে আসা শক্তিকে দুটি চাকার মধ্যে ভাগ করে দেয়, বিশেষ করে বাঁক নেওয়ার সময় চাকা দুটিকে ভিন্ন গতিতে ঘুরতে সাহায্য করে। এটি গাড়ির ট্র্যাকশন (টানা ক্ষমতা) এবং স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

## প্রধান কাজ

- **শক্তি বিতরণ:** ইঞ্জিন থেকে আসা শক্তিকে দুটি ড্রাইভ হইলের মধ্যে সমানভাবে ভাগ করে দেয়।
- **চাকা ঘোরানোর গতি নিয়ন্ত্রণ:** বাঁক নেওয়ার সময় বাইরের চাকাটি ভেতরের চাকার চেয়ে বেশি পথ অতিক্রম করে, তাই ডিফারেনশিয়াল নিশ্চিত করে যে বাইরের চাকাটি দ্রুত ঘুরছে এবং ভেতরের চাকাটি ধীরে ঘুরছে, যা গাড়িকে মসৃণভাবে ঘুরতে সাহায্য করে।
- **টর্ক বৃদ্ধি:** গিয়ারকে কমিয়ে টর্ক বাড়িয়ে দেয়, যা ভারী বোঝা টানতে সাহায্য করে।
- **দিক পরিবর্তন:** পাওয়ার প্রবাহকে ৯০ ডিগ্রি ঘুরিয়ে দেয়।

## মূল অংশ

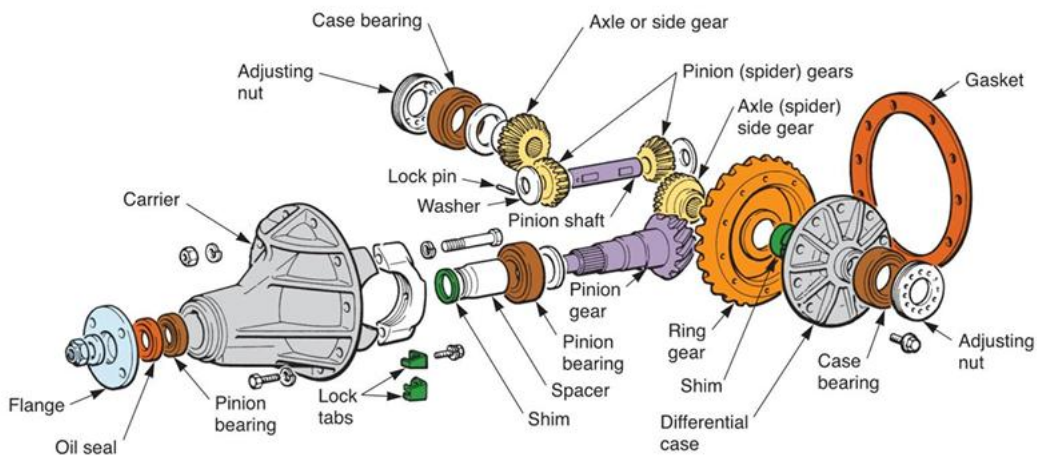
- **রিং এবং পিনিয়ন গিয়ার:** এটি ইঞ্জিন থেকে আসা শক্তিকে প্রথম ধাপে গ্রহণ করে এবং টর্ক বাড়ানোর কাজটি সম্পন্ন করে।
- **স্পাইডার গিয়ার:** এটি একটি বা একাধিক গিয়ার যা একটি কেন্দ্রীয় স্পাইডার গিয়ারকে ঘিরে থাকে এবং সাইড গিয়ারগুলির সাথে যুক্ত থাকে।
- **সাইড গিয়ার:** এটি স্পাইডার গিয়ারগুলির সাথে সংযুক্ত থাকে এবং প্রতিটি চাকার সাথে সরাসরি যুক্ত থাকে।

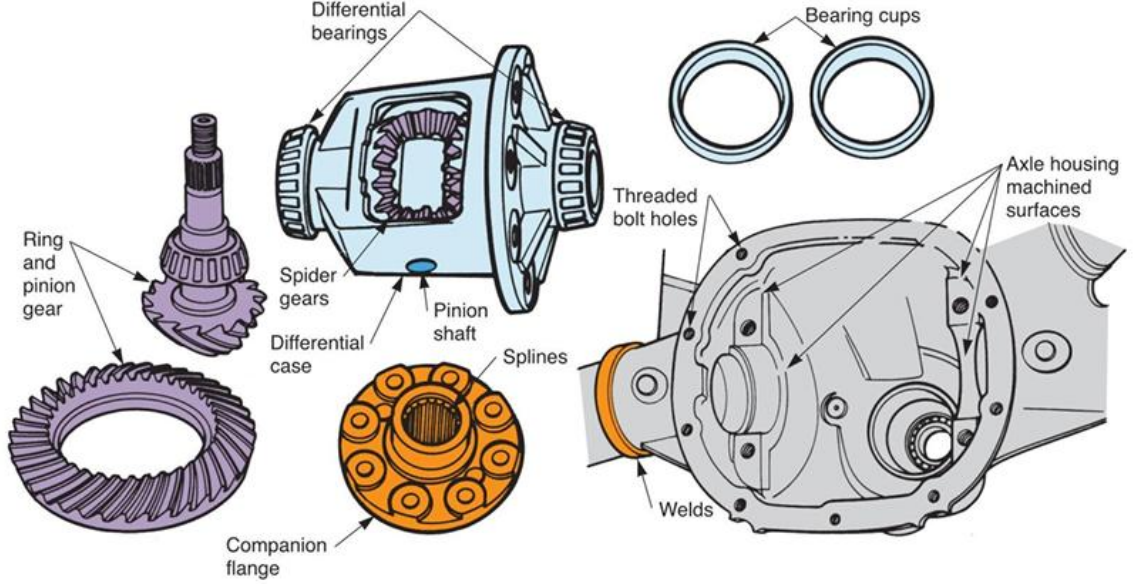
## খ. কার্যপ্রণালী

- **সোজা পথে চলা:** যখন গাড়ি সোজা পথে চলে, তখন স্পাইডার গিয়ারটি নিজে না ঘুরে, শুধু রিং গিয়ারের সাথে ঘুরতে থাকে। এতে উভয় সাইড গিয়ার একই গতিতে ঘোরে এবং চাকা দুটিও একই গতিতে চলে।
- **বাঁক নেওয়ার সময়:** যখন গাড়ি বাঁক নেয়, তখন বাইরের চাকাটিকে বেশি পথ অতিক্রম করতে হয়। এই সময় স্পাইডার গিয়ারটি নিজে ঘুরতে শুরু করে। এর ফলে বাইরের সাইড গিয়ারটি দ্রুত ঘোরে এবং ভেতরের সাইড গিয়ারটি ধীরে ঘোরে।

## অবস্থান

- **সামনের চাকা চালিত গাড়ি (FWD):** ডিফারেনশিয়ালটি ট্রান্সঅ্যাক্সেলের (ট্রান্সমিশন এবং ডিফারেনশিয়ালের সমন্বয়) অংশ হিসাবে থাকে।
- **পিছনের চাকা চালিত গাড়ি (RWD):** ডিফারেনশিয়ালটি পিছনের এক্সেলের সাথে একটি পৃথক ইউনিট হিসেবে থাকে।





গ.ডিফারেনশিয়াল লুব্রিকেন্ট, সাধারণত SAE 80W-90 গিয়ার অয়েল পিছনের অ্যাক্সেল অ্যাসেম্বলিতে চলমান যন্ত্রাংশের মধ্যে ঘর্ষণ কমাতে ব্যবহৃত হয়। রিং গিয়ার রোটেশন ক্ষয় রোধ করার জন্য সমস্ত চলমান অংশে তেল ছিটিয়ে দেয়। সঠিক লুব্রিকেন্ট ছাড়া, একটি ডিফারেনশিয়াল সাধারণত অতিরিক্ত গরম হয়ে যায় এবং খুব দ্রুত লক হয়ে যায়।

ডিফারেনশিয়াল গিয়ারবক্সের প্রধান সমস্যাগুলো হলো: গাড়ির একদিকে টান বা বাঁক নেওয়ার সময় নিয়ন্ত্রণ হারানো, অতিরিক্ত শব্দ (হাওলিং বা ক্লিকিং), গিয়ার পরিবর্তনের সময় দ্বিধা বা কাঁকুনি, এবং তরল লিক করা। এই সমস্যাগুলো সাধারণত লো বা পুরনো ডিফারেনশিয়াল অয়েল, নষ্ট হয়ে যাওয়া বিয়ারিং, ক্ষতিগ্রস্ত গিয়ার, বা লুজ কম্পোনেন্টের কারণে হয়ে থাকে।

#### ঘ. প্রধান সমস্যাগুলো

- **গাড়ির নিয়ন্ত্রণ হারানো:** বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি একদিকে "টানতে" পারে বা বাঁক নিতে অসুবিধা হতে পারে, কারণ চাকাগুলো সঠিকভাবে ঘুরছে না।
- **অস্বাভাবিক শব্দ: Acceleration বা deceleration** এর সময় হাওলিং বা হিসহিস শব্দ, অথবা বাঁক নেওয়ার সময় ক্লিকিং বা ক্ল্যাংকিং শব্দ হতে পারে।
- **গিয়ার পরিবর্তন করতে সমস্যা:**
  - **স্বয়ংক্রিয় গিয়ারবক্সে:** গিয়ার পরিবর্তন করতে দ্বিধা করা, পিছলে যাওয়া বা কাঁকুনি দেওয়া।
  - **ম্যানুয়াল গিয়ারবক্সে:** গিয়ার পাল্টানোর সময় পিষতে বা ঘষার শব্দ হওয়া।
- **লিক:** ডিফারেনশিয়াল অয়েল বা তরল লিক করতে পারে, যা সাধারণত তেল বা রঙের দাগ হিসেবে দেখা যায়।
- **ভাইব্রেশন: Acceleration** এর সময় গাড়ি কাঁপা বা কাঁকুনি দিতে পারে, বিশেষ করে লোড বেশি থাকলে।
- **অতিরিক্ত গরম হওয়া:** ডিফারেনশিয়াল থেকে পোড়া গন্ধ আসতে পারে, যা লো-ফ্লুইড বা অতিরিক্ত ব্যবহারের কারণে হয়।

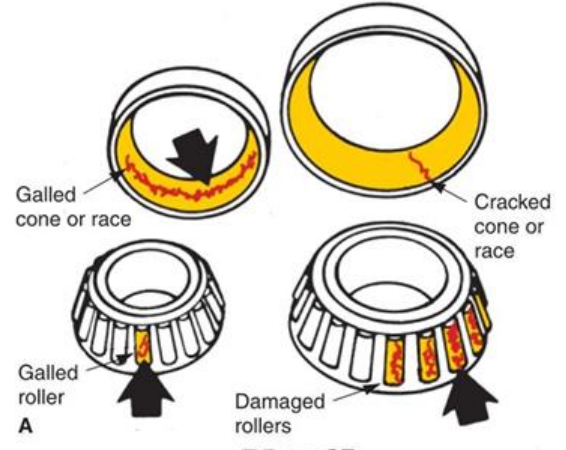
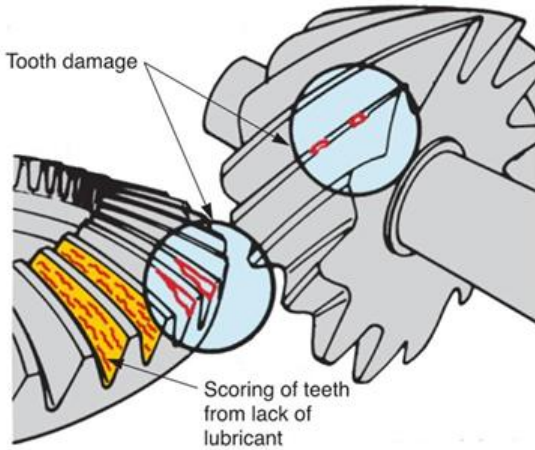


### সম্ভাব্য কারণ

- ডিফারেনশিয়াল অয়েলের অভাব বা নিম্ন মান।
- নষ্ট হয়ে যাওয়া বিয়ারিং।
- ক্ষতিগ্রস্ত বা নষ্ট হয়ে যাওয়া গিয়ার বা স্পাইডার গিয়ার।
- সঠিকভাবে সারিবদ্ধ না হওয়া গিয়ার।
- ডিফারেনশিয়াল বা গিয়ারবক্সের তরল লিক হওয়া।
- লuggish ক্লাচ বা অন্যান্য অভ্যন্তরীণ ত্রুটি।

### সমাধান

- ডিফারেনশিয়াল অয়েল চেক করা এবং প্রয়োজন হলে তা পরিবর্তন করা।
- ক্ষতিগ্রস্ত অংশ, যেমন বিয়ারিং, গিয়ার, বা স্পাইডার গিয়ার, প্রতিস্থাপন করা।
- লিক হওয়া বন্ধ করার জন্য সীল বা হাউজিং মেরামত করা।
- সমস্যাটি সম্পূর্ণ সমাধান করার জন্য একজন পেশাদার মেকানিককে দিয়ে পরীক্ষা করানো।



## সেলফ চেক (Self Check)- ৪.৩

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স কী?
২. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিস করার উদ্দেশ্য কী?
৩. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে কোন অয়েল ব্যবহার করা হয়?
৪. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিস করার সময় কী কী পরীক্ষা করতে হয়?
৫. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স থেকে অস্বাভাবিক শব্দ এলে সম্ভাব্য কারণ কী হতে পারে?

### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান কাজ হলো \_\_\_\_\_ চাকার গতি পার্থক্য সামঞ্জস্য করা।
৭. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে সাধারণত \_\_\_\_\_ গ্রেডের গিয়ার অয়েল ব্যবহার করা হয়।
৮. গিয়ার বক্স থেকে তেল লিক হলে \_\_\_\_\_ পরীক্ষা করা উচিত।
৯. ডিফারেনশিয়াল বক্স সার্ভিসের সময় পুরনো তেল বের করার জন্য \_\_\_\_\_ খুলতে হয়।
১০. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের গিয়ারগুলো \_\_\_\_\_ দ্বারা লুব্রিকেটেড থাকে।

## উত্তরপত্র (Answer Key)- ৪.৩

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স কী?

উত্তর: ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স এমন একটি যন্ত্রাংশ যা চাকার ঘূর্ণন গতি ভিন্ন ভিন্নভাবে সামঞ্জস্য করে, যাতে গাড়ি মোড় নেওয়ার সময় দুই চাকা সমানভাবে না ঘুরেও ভারসাম্য বজায় থাকে।

২. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিস করার উদ্দেশ্য কী?

উত্তর: ডিফারেনশিয়াল বক্সের ভিতরের গিয়ার ও বেয়ারিং ভালো রাখতে, অয়েল পরিবর্তন করে লুব্রিকেশন ঠিক রাখতে এবং লিক বা ক্ষয় রোধ করাই এর মূল উদ্দেশ্য।

৩. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে কোন অয়েল ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: সাধারণত Hypoid Gear Oil SAE 80W-90 বা SAE 85W-140 গ্রেডের গিয়ার অয়েল ব্যবহার করা হয়।

৪. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিস করার সময় কী কী পরীক্ষা করতে হয়?

উত্তর:

- অয়েল লেভেল পরীক্ষা
- তেল লিকেজ আছে কিনা দেখা
- বোল্ট, নাট ও সিল ঠিক আছে কিনা
- গিয়ার ও বেয়ারিং থেকে অস্বাভাবিক শব্দ হচ্ছে কিনা

৫. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্স থেকে অস্বাভাবিক শব্দ এলে সম্ভাব্য কারণ কী হতে পারে?

উত্তর:

- অয়েলের পরিমাণ কম বা পুরনো হয়ে যাওয়া
- বেয়ারিং বা গিয়ার দাঁত ক্ষয় হওয়া
- ভুল গ্রেডের অয়েল ব্যবহার করা
- পিনিয়ন বা ক্রাউন হইল টিলা থাকা

#### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের প্রধান কাজ হলো \_\_\_\_\_ চাকার গতি পার্থক্য সামঞ্জস্য করা।

উত্তর: দুইটি

৭. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে সাধারণত \_\_\_\_\_ গ্রেডের গিয়ার অয়েল ব্যবহার করা হয়।

উত্তর: SAE 80W-90

৮. গিয়ার বক্স থেকে তেল লিক হলে \_\_\_\_\_ পরীক্ষা করা উচিত।

উত্তর: সিল ও গ্যাসকেট

৯. ডিফারেনশিয়াল বক্স সার্ভিসের সময় পুরনো তেল বের করার জন্য \_\_\_\_\_ খুলতে হয়।

উত্তর: ড্রেন প্লাগ

১০. ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সের গিয়ারগুলো \_\_\_\_\_ দ্বারা লুব্রিকেটেড থাকে।

উত্তর: গিয়ার অয়েল

## জবশীট (Job Sheet)- ৪.৩.১

জবের নাম: ডিফারেন্টশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি নিরাপদ স্থানে রাখা এবং পার্ক ব্রেক ব্যবহার করা।
২. ডিফারেন্টশিয়াল গিয়ার বক্সের ঢাকনা খুলে ভেতরের অংশ পরীক্ষা করা।
৩. গিয়ার, পিনিয়ন ও বিয়ারিং-এর ক্ষয় বা ত্রুটি পরীক্ষা করা।
৪. পুরনো লুব্রিক্যান্ট (গিয়ার অয়েল) বের করা।
৫. গিয়ার বক্স পরিষ্কার করা ও ড্রেন প্যান চেক করা।
৬. প্রয়োজনে ক্ষতিগ্রস্ত অংশ প্রতিস্থাপন করা।
৭. নতুন গিয়ার অয়েল ঢালা (সঠিক গ্রেড ব্যবহার করতে হবে)।
৮. ঢাকনা বন্ধ করে বোল্ট ভালোভাবে টাইট করা।
৯. টেস্ট ড্রাইভ দিয়ে কাজের কার্যকারিতা যাচাই করা।

### সতর্কতা (Caution):

- ডিফারেন্টশিয়াল গিয়ার বক্সের অংশে হাত বা টুল সরাসরি ঢোকালে সতর্ক থাকুন।
- সঠিক গ্রেডের অয়েল ব্যবহার করতে হবে।
- বোল্টগুলো সমানভাবে টাইট করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৪.৩

জবের নাম: ডিফারেন্টশিয়াল গিয়ার বক্স সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন

- মাক্স
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

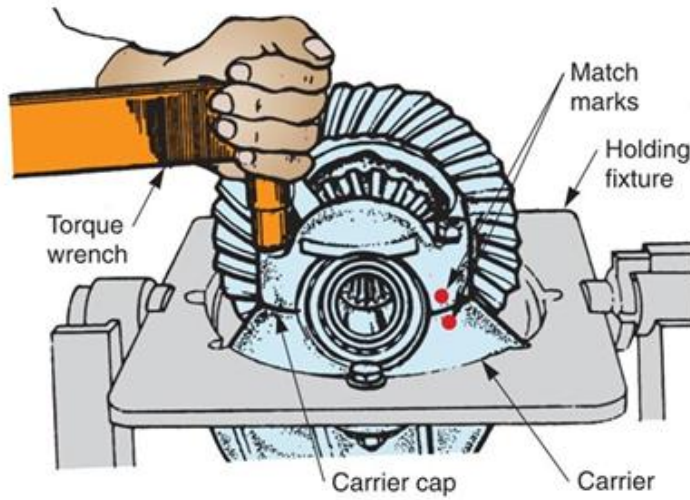
### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- বিয়ারিং পুলার
- সকেট রেঞ্চ সেট
- ফিলার গেজ
- ডায়াল গেজ
- স্প্যানার সেট

### প্রয়োজনীয় কাঁচামাল সমূহ:

- গিয়ার অয়েল
- ক্লিনার বা ডিজেল / কেরোসিন
- গ্যাসকেট মেকার / সিলান্ট, গ্রিজ
- অয়েল সিল
- বেয়ারিং

### ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-8.8

**শিখন ফল-8:** প্রোপেলার শ্যাফট এবং এর সমস্ত সম্পর্কিত উপাদানসমূহ সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- প্রোপেলার শ্যাফট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্ট এবং এদের প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলী
- প্রধান উপাদানগুলি পরীক্ষা করা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা

### প্রোপেলার শ্যাফট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্ট এবং এদের প্রধান উপাদানসমূহঃ

প্রোপেলার শ্যাফট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্ট গাড়ির পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এগুলোর কাজ হলো গিয়ার বক্স বা ট্রান্সফার কেস থেকে উৎপন্ন ঘূর্ণন শক্তি ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে প্রেরণ করা। সঠিকভাবে সার্ভিসিং ও ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য প্রথমেই এর প্রধান উপাদানসমূহ সঠিকভাবে সনাক্ত করা প্রয়োজন।

### 8.1 প্রোপেলার শ্যাফট (Propeller Shaft)

প্রোপেলার শ্যাফট হলো পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ ঘূর্ণনশীল অংশ, যার মাধ্যমে গিয়ার বক্স থেকে ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে শক্তি (Power) স্থানান্তরিত হয়।

গঠন ও অবস্থান:

- এটি সাধারণত লম্বা, নলাকার ও ফাঁপা (Hollow) শ্যাফট।
- গিয়ার বক্সের আউটপুট শ্যাফটের সাথে এক প্রান্ত এবং ডিফারেনশিয়ালের পিনিয়নের সাথে অন্য প্রান্ত যুক্ত থাকে।
- উচ্চ শক্তিসম্পন্ন স্টিল বা অ্যালয় স্টিল দিয়ে তৈরি।

কাজ:

- ইঞ্জিন ও গিয়ার বক্স থেকে আগত ঘূর্ণন শক্তি ডিফারেনশিয়ালে পৌঁছে দেওয়া।
- গাড়ি চলার সময় শক্তির ধারাবাহিক ও মসৃণ সরবরাহ নিশ্চিত করা।

গুরুত্ব:

- রিয়ার হইল ড্রাইভ ও ফোর হইল ড্রাইভ গাড়িতে এটি অপরিহার্য।
- ভারসাম্যহীন হলে কম্পন ও শব্দ সৃষ্টি হয়।

## SERVICE POWER TRANSMISSION SYSTEM

### MAJOR COMPONENTS OF PROPELLER SHAFT & UNIVERSAL JOINT

#### 4.1 PROPELLER SHAFT



- Transfers rotational power from the gearbox to the differential.
- Long, cylindrical, hollow shaft.
- Transmits power to the rear wheels of the vehicle.

#### 4.2 UNIVERSAL JOINT



- Located at both ends of the propeller shaft.
- Allows flexible transmission of rotational power at various angles.
- Reduces vibration and compensation.

#### 4.3 SLIP JOINT



- Telescopic design, has internal splines.
- Adjusts the length of the propeller shaft.
- Compensates for suspension movement and vehicle travel.

## 8.২ ইউনিভার্সাল জয়েন্ট (Universal Joint / U-Joint)

ইউনিভার্সাল জয়েন্ট হলো এমন একটি যান্ত্রিক সংযোগ ব্যবস্থা, যা ভিন্ন কোণে থাকা দুটি শ্যাফটের মধ্যে ঘূর্ণন শক্তি স্থানান্তর করতে সক্ষম।

গঠন ও অবস্থান:

- সাধারণত ক্রস (Cross) আকৃতির একটি জয়েন্ট।
- প্রপেলার শ্যাফটের দুই প্রান্তে বা প্রয়োজন অনুযায়ী একাধিক ইউনিভার্সাল জয়েন্ট থাকে।
- এতে নিডল বিয়ারিং ও কাপ ব্যবহৃত হয়।

কাজ:

- সাসপেনশন ওঠানামা বা রাস্তায় অসমতার কারণে সৃষ্ট কোণ পরিবর্তনের সাথে খাপ খাওয়ানো।
- কোণ পরিবর্তন হলেও শক্তির ধারাবাহিক সরবরাহ বজায় রাখা।

গুরুত্ব:

- ইউনিভার্সাল জয়েন্ট না থাকলে প্রপেলার শ্যাফট ভেঙে যেতে পারে।
- গাড়ির মসৃণ চলাচল নিশ্চিত করে।

সাধারণ সমস্যা:

- বিয়ারিং ক্ষয় হলে কটকট শব্দ ও কম্পন সৃষ্টি হয়।

## 8.৩ স্লিপ জয়েন্ট (Slip Joint)

স্লিপ জয়েন্ট হলো প্রপেলার শ্যাফটের একটি বিশেষ সংযোগ অংশ, যা শ্যাফটের দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন সামঞ্জস্য করে।

গঠন ও অবস্থান:

- এটি সাধারণত স্প্লাইনযুক্ত (Splined) শ্যাফট দিয়ে তৈরি।
- প্রপেলার শ্যাফটের এক প্রান্তে অবস্থান করে।

কাজ:

- সাসপেনশন ওঠানামার সময় শ্যাফটের দৈর্ঘ্য কম—বেশি হওয়া সামঞ্জস্য করা।

- প্রপেলার শ্যাফটের উপর অতিরিক্ত চাপ পড়া রোধ করা।

গুরুত্ব:

- স্লিপ জয়েন্ট না থাকলে শ্যাফট বা ডিফারেনশিয়াল ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
- পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করে।

#### ক. প্রপেলার শ্যাফটের প্রধান উপাদানসমূহ:

##### প্রপেলার শ্যাফট টিউব (Propeller Shaft Tube)

এটি একটি ফাঁপা ও শক্ত ধাতব নল যা ঘূর্ণন শক্তি বহন করে। এটি ভারসাম্যপূর্ণভাবে তৈরি করা হয় যাতে উচ্চ গতিতে কম্পন না সৃষ্টি হয়।

##### স্লিপ জয়েন্ট / স্লিপ ইয়োক (Slip Joint / Slip Yoke)

গাড়ি চলার সময় সাসপেনশনের ওঠানামার কারণে শ্যাফটের দৈর্ঘ্য পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়। স্লিপ জয়েন্ট এই দৈর্ঘ্য পরিবর্তনকে সামঞ্জস্য করে।

##### ফ্লাঞ্জ ইয়োক (Flange Yoke)

প্রপেলার শ্যাফটকে গিয়ার বক্স বা ডিফারেনশিয়ালের সাথে সংযুক্ত করে এবং শক্তি স্থানান্তরে সহায়তা করে।

##### সেন্টার বেয়ারিং / ক্যারিয়ার বেয়ারিং (Center Bearing / Carrier Bearing)

দীর্ঘ প্রপেলার শ্যাফটের ক্ষেত্রে মাঝখানে সাপোর্ট দেয় এবং শ্যাফটকে সোজা ও স্থিতিশীল রাখে।

##### ব্যালেন্সিং ওয়েট (Balancing Weight)

শ্যাফটের ভারসাম্য ঠিক রাখার জন্য নির্দিষ্ট স্থানে লাগানো থাকে, যা কম্পন কমাতে সাহায্য করে।

#### খ. ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রধান উপাদানসমূহ:

##### ক্রস / স্পাইডার (Cross / Spider)

ইউনিভার্সাল জয়েন্টের কেন্দ্রীয় অংশ, যা দুইটি ইয়োককে যুক্ত করে এবং বিভিন্ন কোণে ঘূর্ণন সম্ভব করে।

##### ইয়োক (Yoke)

ক্রসকে ধরে রাখে এবং প্রপেলার শ্যাফট ও ডিফারেনশিয়ালের সাথে সংযোগ স্থাপন করে।

##### নিডল বেয়ারিং (Needle Bearing)

ক্রসের চারদিকে অবস্থান করে এবং ঘর্ষণ কমিয়ে মসৃণ ঘূর্ণনে সহায়তা করে।

##### স্ন্যাপ রিং / সার্কলিপ (Snap Ring / Circlip)

নিডল বেয়ারিং ও ক্রসকে নির্দিষ্ট অবস্থানে ধরে রাখে।

##### গ্রিস নিপল (Grease Nipple)

ইউনিভার্সাল জয়েন্টে গ্রিস প্রবেশ করানোর জন্য ব্যবহৃত হয়, যা বেয়ারিংয়ের আয়ু বাড়ায়।

#### গ. উপাদান সনাক্তকরণের গুরুত্ব:

- প্রপেলার শ্যাফট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রতিটি উপাদান সনাক্ত করতে পারলে সহজে ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।
- সঠিক উপাদান নির্বাচন ও প্রতিস্থাপন সম্ভব হয়।
- সার্ভিসিংয়ের সময় নিরাপত্তা ও কাজের মান বজায় থাকে।

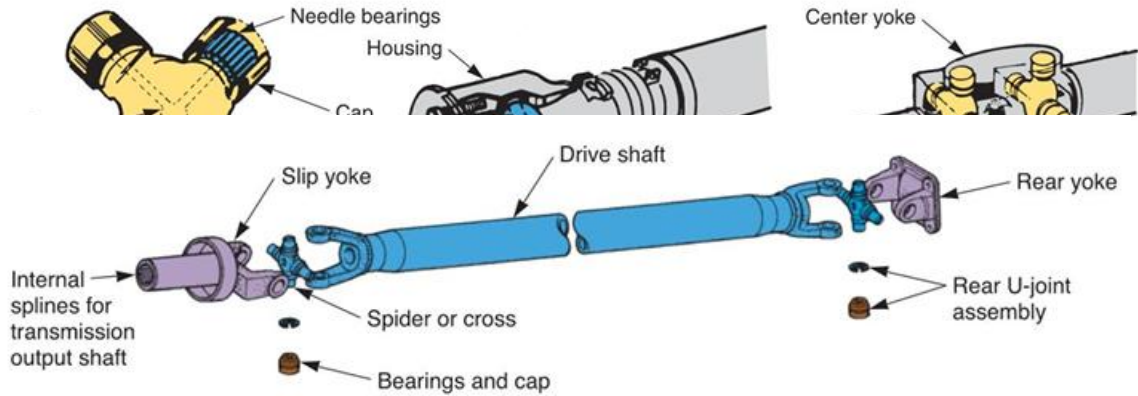
## প্রোপেলার শ্যাফট (Propeller Shaft):

প্রোপেলার শ্যাফট একটি যান্ত্রিক উপাদান যা ইঞ্জিন বা মোটর থেকে উৎপন্ন ঘূর্ণন শক্তিকে গাড়ির চাকায় স্থানান্তর করে। এটি ইঞ্জিন এবং অ্যাক্সেলের মধ্যে একটি সেতু হিসেবে কাজ করে, যা টর্ককে মসৃণভাবে প্রেরণ করে এবং যান বা জাহাজকে চালিত করতে সাহায্য করে। এই শ্যাফট সাধারণত রিয়ার-হইল বা অল-হইল ড্রাইভ সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

### প্রোপেলার শ্যাফটের কাজঃ

- **শক্তি সঞ্চালন:** ইঞ্জিন থেকে উৎপাদিত ঘূর্ণন শক্তিকে (টর্ক) গিয়ারবক্সের মাধ্যমে অ্যাক্সেলে (বা জাহাজের ক্ষেত্রে প্রপেলারে) সরবরাহ করে।
- **মসৃণভাবে চলাচল:** এটি বিভিন্ন যান্ত্রিক উপাদান যেমন গিয়ারবক্স, ডিফারেনশিয়াল এবং চাকার মধ্যে শক্তি স্থানান্তরের সময় মসৃণ ও কার্যকরভাবে কাজ করে।
- **দূরত্ব ও কোণ সামঞ্জস্য:** যেহেতু ইঞ্জিন ও চাকা বা প্রপেলার একই সরলরেখায় থাকে না, তাই প্রোপেলার শ্যাফটের মধ্যে থাকা ইউনিভার্সাল জয়েন্ট এবং স্লাইডিং জয়েন্টগুলি সঠিক কোণ বজায় রাখে এবং দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন সামঞ্জস্য করে।

**মূল উপাদান: ইউ-জয়েন্ট (U-joint):** এটি শ্যাফটকে দুটি ভিন্ন কোণে থাকা অংশের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করতে সাহায্য করে, যা সাসপেনশন বা ড্রাইভলাইনের নড়াচড়ার কারণে কোণের পরিবর্তনকে সামঞ্জস্য করে।



- **স্লাইড ইয়ক (Slip Yoke):** সাসপেনশন নড়াচড়ার সময় বা লোড পরিবর্তনের কারণে শ্যাফটের দৈর্ঘ্যের পরিবর্তনের সাথে সামঞ্জস্য রাখতে এটি শ্যাফটকে প্রসারিত ও সংকুচিত হতে সাহায্য করে।

প্রোপেলার শ্যাফটের প্রধান ত্রুটিগুলোর মধ্যে রয়েছে মিসলাইনমেন্ট বা ভুল অ্যালাইনমেন্ট, অতিরিক্ত ক্ষয়, এবং ভেঙে যাওয়া, যা কম্পন, জ্বালানি দক্ষতা হ্রাস এবং যান্ত্রিক ব্যর্থতার কারণ হতে পারে। এই ত্রুটিগুলো মূলত শ্যাফটের অসমতা, অনুপযুক্ত রক্ষণাবেক্ষণ, অথবা অতিরিক্ত চাপের কারণে ঘটে থাকে।

সাধারণ প্রোপেলার শ্যাফট ত্রুটিসমূহ

- **ভুল অ্যালাইনমেন্ট (Misalignment):**
  - প্রোপেলার শ্যাফটের ভুল অ্যালাইনমেন্ট একটি সাধারণ সমস্যা, যা সময়ের সাথে সাথে কম্পন সৃষ্টি করে।
  - এর ফলে বিয়ারিং অতিরিক্ত ক্ষয় হয়ে যায় এবং জ্বালানি দক্ষতা কমে আসে।
  - গুরুতর ক্ষেত্রে এটি সংযোগস্থলে ভেঙে যাওয়ার মতো মারাত্মক যান্ত্রিক ব্যর্থতার কারণ হতে পারে।
- **অতিরিক্ত ক্ষয় (Excessive wear):**
  - অপ্রতুল লুব্রিকেশন বা ভুল লুব্রিকেশন প্রোপেলার শ্যাফটের বিয়ারিং-এর অতিরিক্ত ক্ষয়ের একটি প্রধান কারণ।
  - এটি শ্যাফটের কার্যকারিতায় বাধা সৃষ্টি করে এবং কম্পনের মাত্রা বাড়িয়ে দেয়।

- **ভেঙে যাওয়া (Fracture):**

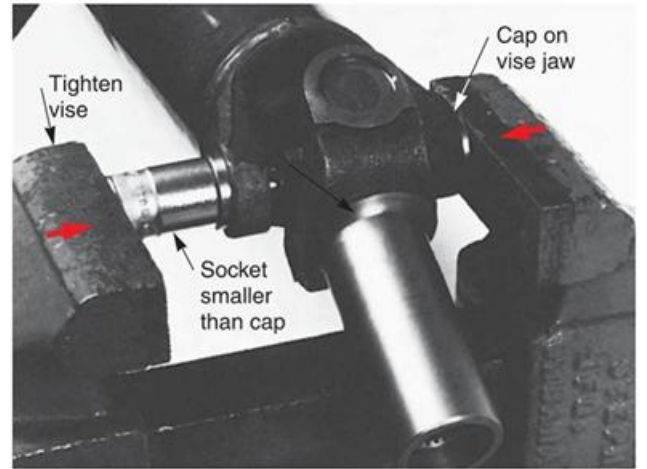
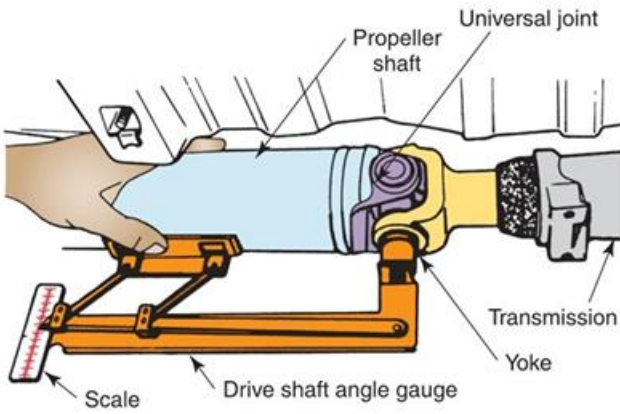
- অতিরিক্ত চাপ, ক্লান্তি বা ভুল অ্যালাইনমেন্টের কারণে শ্যাফটে ফাটল ধরতে পারে এবং ভেঙে যেতে পারে।
- এটি জরুরি পরিস্থিতিতে মারাত্মক বিপদের কারণ হতে পারে, যেমনটি জাহাজে ঘটতে পারে।

- **ব্যর্থতা (Failure):**

- প্রোপেলার শ্যাফটের ত্রুটিগুলি অন্যান্য যান্ত্রিক উপাদানকে প্রভাবিত করে, যা সামগ্রিক সিস্টেমের ব্যর্থতার কারণ হতে পারে।
- উদাহরণস্বরূপ, একটি ভুলভাবে সারিবদ্ধ প্রোপেলার শ্যাফট গুরুত্বপূর্ণ সংযোগকে ভেঙে ফেলতে পারে।

### প্রতিকারঃ

- নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ, যেমন সঠিক লুব্রিকেশন এবং অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষা করা, ত্রুটি প্রতিরোধের জন্য অপরিহার্য।
- কোনো ত্রুটি দেখা দিলে দ্রুত মেরামত করা উচিত।



একটি অ্যাঙ্গেল গেজ, বা ইনক্রিনোমিটার, ডাইভলাইন অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষা করতে ব্যবহার করা যেতে পারে। পিছনের অ্যাঙ্গেল বা ট্রান্সমিশনটি শিম করুন, অথবা মিসলাইনমেন্ট সমস্যা সংশোধন করার জন্য স্প্রিংস এবং অন্যান্য অংশ প্রতিস্থাপন করুন। মিসলাইনমেন্ট কম্পন এবং সর্বজনীন জয়েন্ট ক্ষয় সৃষ্টি করতে পারে।

### **প্রোপেলার শ্যাফ্ট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি (Functions of major components are described)**

প্রোপেলার শ্যাফ্ট ও এর সঙ্গে সংযুক্ত ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রতিটি উপাদান সমন্বিতভাবে কাজ করে গিয়ার বক্স থেকে ডিফারেনশিয়াল গিয়ার বক্সে শক্তি নিরাপদ, মসৃণ ও দক্ষভাবে প্রেরণ করে। প্রতিটি উপাদানের কার্যাবলি জানা থাকলে সার্ভিসিং, ত্রুটি নির্ণয় ও প্রতিস্থাপন কাজ সহজ হয়।

## ক. প্রপেলার শ্যাফ্টের প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি:

### প্রপেলার শ্যাফ্ট টিউব (Propeller Shaft Tube)

গিয়ার বক্স বা ট্রান্সফার কেস থেকে প্রাপ্ত ঘূর্ণন শক্তি ডিফারেনশিয়ালের দিকে বহন করে। এটি এমনভাবে ডিজাইন করা হয় যাতে উচ্চ গতিতেও শ্যাফ্ট বঁক না নেয় এবং কম্পন কম হয়।

### স্লিপ জয়েন্ট / স্লিপ ইয়োক (Slip Joint / Slip Yoke)

গাড়ি চলার সময় সাসপেনশনের ওঠানামার কারণে শ্যাফ্টের দৈর্ঘ্য পরিবর্তন হয়। স্লিপ জয়েন্ট এই দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন সামঞ্জস্য করে শ্যাফ্টে অতিরিক্ত চাপ পড়া রোধ করে।

### ফ্ল্যাঞ্জ ইয়োক (Flange Yoke)

প্রপেলার শ্যাফ্টকে গিয়ার বক্স বা ডিফারেনশিয়ালের সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত করে এবং শক্তি স্থানান্তর নিশ্চিত করে।

### সেন্টার বেয়ারিং / ক্যারিয়ার বেয়ারিং (Center Bearing / Carrier Bearing)

দীর্ঘ প্রপেলার শ্যাফ্টের ক্ষেত্রে মাঝখানে সাপোর্ট দেয়। এটি শ্যাফ্টকে সোজা রাখে এবং কম্পন ও বাঁকুনি কমায়ে।

### ব্যালেন্সিং ওয়েট (Balancing Weight)

প্রপেলার শ্যাফ্টের ভারসাম্য বজায় রাখে, যাতে উচ্চ গতিতে ঘূর্ণনের সময় অস্বাভাবিক কম্পন বা শব্দ না হয়।

## খ. ইউনিভার্সাল জয়েন্টের প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি:

### ইউনিভার্সাল জয়েন্ট (Universal Joint)

প্রপেলার শ্যাফ্ট ও ডিফারেনশিয়ালের মধ্যে কোণ পরিবর্তনের সময়ও শক্তি স্থানান্তর সম্ভব করে।

### ক্রস / স্পাইডার (Cross / Spider)

ইউনিভার্সাল জয়েন্টের কেন্দ্রীয় অংশ, যা দুইটি ইয়োককে যুক্ত করে এবং বিভিন্ন কোণে মসৃণভাবে ঘূর্ণন নিশ্চিত করে।

### ইয়োক (Yoke)

ক্রসকে ধরে রাখে এবং শ্যাফ্ট ও ডিফারেনশিয়ালের সাথে সংযোগ স্থাপন করে।

### নিডল বেয়ারিং (Needle Bearing)

ক্রসের চারপাশে অবস্থান করে এবং ঘর্ষণ কমিয়ে জয়েন্টের আয়ু বৃদ্ধি করে।

### স্ন্যাপ রিং / সার্কলিপ (Snap Ring / Circlip)

নিডল বেয়ারিং ও ক্রসকে নির্দিষ্ট অবস্থানে স্থির রাখে।

### গ্রিস নিপল (Grease Nipple)

ইউনিভার্সাল জয়েন্টে গ্রিস সরবরাহের মাধ্যমে ঘর্ষণ কমায়ে এবং বেয়ারিংয়ের ক্ষয় রোধ করে।

## গ. কার্যাবলি জানার গুরুত্ব:

- প্রপেলার শ্যাফ্ট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্টের কাজ বুঝলে শব্দ, কম্পন ও শক্তি ক্ষয়ের কারণ সহজে নির্ণয় করা যায়।
- সঠিক সার্ভিসিং ও সময়মতো যন্ত্রাংশ প্রতিস্থাপন সম্ভব হয়।
- পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের নিরাপদ ও দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা নিশ্চিত হয়।

## প্রপেলার শ্যাফ্ট ও সংশ্লিষ্ট উপাদানসমূহ পরীক্ষা ও প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন (Major components are tested and replaced, if necessary)

প্রপেলার শ্যাফ্ট ও ইউনিভার্সাল জয়েন্টের উপাদানগুলো সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নির্ণয় করতে **পরীক্ষা (Testing)** করা এবং ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত উপাদানগুলো **প্রতিস্থাপন (Replacement)** করা জরুরি। ভুলভাবে কাজ করলে গাড়িতে **কম্পন, শব্দ, লিকেজ, অস্বাভাবিক গতি বা নিরাপত্তা ঝুঁকি** তৈরি হতে পারে।

## ক. প্রপেলার শ্যাফ্টের উপাদান পরীক্ষা (Testing of Propeller Shaft Components)

### ১) ভিজুয়াল পরীক্ষা (Visual Inspection)

- প্রপেলার শ্যাফ্টে ফাটল, খাস্তা বা ডেন্ট আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- শ্যাফ্টের টিউব বা ফ্ল্যাঞ্জ জারণ/ক্ষয় আছে কিনা দেখা হয়।
- স্লিপ জয়েন্টে অতিরিক্ত ঘর্ষণ বা টিলাভাব আছে কিনা দেখা হয়।

### ২) কম্পন পরীক্ষা (Vibration Test)

- গাড়ি চলাকালীন বা শ্যাফ্ট ঘুরানোর সময় কম্পন/ঝাঁকুনি আছে কিনা অনুভব করা হয়।
- কম্পন থাকলে সাধারণত শ্যাফ্টের ভারসাম্য নষ্ট বা ব্যালেন্সিং ওয়েট হারানো হতে পারে।

### ৩) ব্যালেন্স পরীক্ষা (Balance Test)

- প্রপেলার শ্যাফ্টের ভারসাম্য ঠিক আছে কি না বিশেষ ব্যালেন্সিং মেশিনে পরীক্ষা করা হয়।
- ভারসাম্য নষ্ট হলে শ্যাফ্টে অতিরিক্ত কম্পন ও শব্দ হয়।

### ৪) স্লিপ জয়েন্ট পরীক্ষা (Slip Joint Inspection)

- স্লিপ জয়েন্টে টিলা বা আটকে যাওয়ার মতো সমস্যা আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- স্লিপ জয়েন্টে গ্রিস ঠিকমতো আছে কিনা ও শ্যাফ্ট মসৃণভাবে লম্বা/ছোট হচ্ছে কিনা দেখা হয়।

## খ. ইউনিভার্সাল জয়েন্টের উপাদান পরীক্ষা (Testing of Universal Joint Components)

### ১) ইউনিভার্সাল জয়েন্টে টিলা পরীক্ষা (Play/Loose Test)

- জয়েন্টের ইয়োক ঘুরিয়ে টিলাভাব আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- যদি ইয়োকে খেল থাকে, তাহলে ইউনিভার্সাল জয়েন্ট দুর্বল হয়ে গেছে বলে ধারণা করা হয়।

### ২) ঘূর্ণন পরীক্ষা (Rotation Test)

- জয়েন্ট ঘুরানোর সময় গাঁথুনি, চেষ্টামেচি বা রোদে ঘর্ষণশব্দ হচ্ছে কিনা দেখা হয়।
- শব্দ থাকলে নিডল বেয়ারিং বা ক্রস ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।

### ৩) গ্রিসিং/লুব্রিকেশন পরীক্ষা (Grease Check)

- গ্রিস নিপল থেকে গ্রিস সঠিকভাবে যাচ্ছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- গ্রিস না থাকলে বিয়ারিং শুকিয়ে ক্ষয় হয়।

### ৪) স্ন্যাপ রিং/সার্কলিপ পরীক্ষা (Snap Ring Check)

- সার্কলিপ সঠিকভাবে আছে কিনা, বা খুলে গেছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- খুলে গেলে নিডল বেয়ারিং বের হয়ে যেতে পারে, যা বড় বিপদ সৃষ্টি করে।

## গ. প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন (Replacement if Necessary)

### ১) প্রপেলার শ্যাফ্ট প্রতিস্থাপন

- শ্যাফ্টে ফাটল, অতিরিক্ত বাঁক, বড় ডেন্ট বা জারণ থাকলে নতুন প্রপেলার শ্যাফ্টে পরিবর্তন করা হয়।
- ভারসাম্য নষ্ট হলে শ্যাফ্টকে পুনরায় ব্যালেন্সিং করা হয় বা প্রয়োজন হলে নতুন শ্যাফ্ট লাগানো হয়।

### ২) ইউনিভার্সাল জয়েন্ট প্রতিস্থাপন

- টিলা/খেল, অস্বাভাবিক শব্দ বা ঘর্ষণ থাকলে ইউনিভার্সাল জয়েন্ট (UJ) সম্পূর্ণভাবে পরিবর্তন করা হয়।
- নিডল বেয়ারিং ক্ষতিগ্রস্ত হলে নতুন UJ বসানো হয়।

### ৩) স্লিপ জয়েন্ট প্রতিস্থাপন

- স্লিপ জয়েন্টে টিলাভাব, আটকে যাওয়া বা অতিরিক্ত ঘর্ষণ থাকলে স্লিপ ইয়োক বা স্লিপ জয়েন্টের অংশ বদলানো হয়।

### ৪) গ্রিস নিপল ও সিল প্রতিস্থাপন

- গ্রিস নিপল, সীল বা গ্যাসকেট ক্ষতিগ্রস্ত হলে নতুন করে বসানো হয়।

#### ঘ. চূড়ান্ত পরীক্ষা (Final Check)

- প্রতিস্থাপনের পর প্রপেলার শ্যাফ্ট ও UJ ঠিকভাবে ফিট হয়েছে কি না পরীক্ষা করা হয়।
- গাড়ি চলিয়ে কম্পন, শব্দ, লিকেজ আছে কিনা দেখা হয়।
- সবকিছু স্বাভাবিক থাকলে সার্ভিস কাজ সম্পন্ন ঘোষণা করা হয়।

## সেলফ চেক (Self Check)-8.8

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. প্রপেলার শ্যাফটের কাজ কী?
২. প্রপেলার শ্যাফটের দুই প্রান্তে কী থাকে?
৩. প্রপেলার শ্যাফট কোন উপাদান দিয়ে তৈরি?
৪. প্রপেলার শ্যাফটে ভারসাম্য রক্ষার জন্য কী দেওয়া হয়?
৫. প্রপেলার শ্যাফটের সমর্থন দেয় কোন অংশ?

### বহুনির্বাচনী প্রশ্নঃ

৬. প্রপেলার শ্যাফটের মূল কাজ কী?  
ক) গাড়ি থামানো      খ) ইঞ্জিনের গতি কমানো      গ) শক্তি স্থানান্তর করা      ঘ) জ্বালানি সরবরাহ করা
৭. প্রপেলার শ্যাফট সাধারণত কোন উপাদান দ্বারা তৈরি হয়?  
ক) কপার      খ) স্টিল      গ) অ্যালুমিনিয়াম      ঘ) ব্রোঞ্জ
৮. প্রপেলার শ্যাফটের দুই প্রান্তে কী যুক্ত থাকে?  
ক) ক্লাচ      খ) ইউনিভার্সাল জয়েন্ট      গ) বেল্ট      ঘ) পুলি
৯. প্রপেলার শ্যাফটের ভারসাম্য রক্ষার জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়?  
ক) ক্লাচ প্লেট      খ) ব্যালান্স ওয়েট      গ) গিয়ার      ঘ) ব্রেক ড্রাম
১০. প্রপেলার শ্যাফটের সাপোর্ট বা সমর্থন দেয় কোনটি?  
ক) সেন্টার বেয়ারিং      খ) গিয়ার বক্স      গ) ক্লাচ হাউজিং      ঘ) ডিফারেনশিয়াল কেস

## উত্তরপত্র (Answer Key)-8.8

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. প্রশ্ন: প্রপেলার শাফটের কাজ কী?  
উত্তর: শক্তি স্থানান্তর করা।
২. প্রশ্ন: প্রপেলার শাফটের দুই প্রান্তে কী থাকে?  
উত্তর: ইউনিভার্সাল জয়েন্ট।
৩. প্রশ্ন: প্রপেলার শাফট কোন উপাদান দিয়ে তৈরি? উত্তর: স্টিল টিউব।
৪. প্রশ্ন: প্রপেলার শাফটে ভারসাম্য রক্ষার জন্য কী দেওয়া হয়?  
উত্তর: ব্যালান্স ওয়েট।
৫. প্রশ্ন: প্রপেলার শাফটের সমর্থন দেয় কোন অংশ?  
উত্তর: সেন্টার বেয়ারিং।

### বহুনির্বাচনী প্রশ্নঃ

৬. প্রপেলার শাফটের মূল কাজ কী?  
ক) গাড়ি থামানো      খ) ইঞ্জিনের গতি কমানো      গ) শক্তি স্থানান্তর করা      ঘ) জ্বালানি সরবরাহ করা  
উত্তর: গ) শক্তি স্থানান্তর করা
৭. প্রপেলার শাফট সাধারণত কোন উপাদান দ্বারা তৈরি হয়?  
ক) কপার      খ) স্টিল      গ) অ্যালুমিনিয়াম      ঘ) ব্রোঞ্জ  
উত্তর: খ) স্টিল
৮. প্রপেলার শাফটের দুই প্রান্তে কী যুক্ত থাকে?  
ক) ক্লাচ      খ) ইউনিভার্সাল জয়েন্ট      গ) বেল্ট      ঘ) পুলি  
উত্তর: খ) ইউনিভার্সাল জয়েন্ট
৯. প্রপেলার শাফটের ভারসাম্য রক্ষার জন্য কোনটি ব্যবহৃত হয়?  
ক) ক্লাচ প্লেট      খ) ব্যালান্স ওয়েট      গ) গিয়ার      ঘ) ব্রেক ড্রাম  
উত্তর: খ) ব্যালান্স ওয়েট
১০. প্রপেলার শাফটের সাপোর্ট বা সমর্থন দেয় কোনটি?  
ক) সেন্টার বেয়ারিং      খ) গিয়ার বক্স      গ) ক্লাচ হাউজিং      ঘ) ডিফারেনশিয়াল কেস  
উত্তর: ক) সেন্টার বেয়ারিং

## জবশীট (Job Sheet)-8.8.১

জবের নাম: প্রোপেলার শ্যাফট সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. যানবাহনকে সমতল স্থানে পার্ক করে হ্যান্ডব্রেক টানুন।
২. জ্যাক দিয়ে গাড়ি তুলুন এবং জ্যাক স্ট্যান্ডে নিরাপদভাবে রাখুন।
৩. প্রোপেলার শ্যাফট খুলে ফেলুন (ইউনিভার্সাল জয়েন্ট খুলে)।
৪. শ্যাফটটি ভালোভাবে পরিদর্শন করুন -বঁকা, ফাটল বা ক্ষয় আছে কি না দেখুন।
৫. ইউনিভার্সাল জয়েন্ট ও সেন্টার বেয়ারিং পরীক্ষা করুন।
৬. প্রয়োজনে ক্ষতিগ্রস্ত পার্ট পরিবর্তন করুন।
৭. সমস্ত অংশ ডিজেল বা ক্লিনার দিয়ে পরিষ্কার করুন।
৮. জয়েন্ট ও বেয়ারিং-এ গ্রীস প্রয়োগ করুন।
৯. পুনরায় শ্যাফট ঠিকভাবে ফিট করুন ও বল্ট টাইট করুন।
১০. টেস্ট ড্রাইভ নিয়ে শব্দ বা কম্পন আছে কি না যাচাই করুন।

### সতর্কতা (Caution):

- গাড়ি তুললে সর্বদা জ্যাক স্ট্যান্ড ব্যবহার করতে হবে।
- ভারী অংশ খুলতে সময়ে হাতমোজা ব্যবহার করুন।
- প্রোপেলার শ্যাফট ইনস্টল করার সময় মার্কিং অনুযায়ী অ্যালাইন করুন।
- টর্ক রেঞ্চ ব্যবহার করে নির্দিষ্ট টর্কে নাট-বল্ট টাইট করুন।
- সব জয়েন্টে যথেষ্ট গ্রীস দিন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-8.8.১

জবের নাম: প্রোপেলার শ্যাফট সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

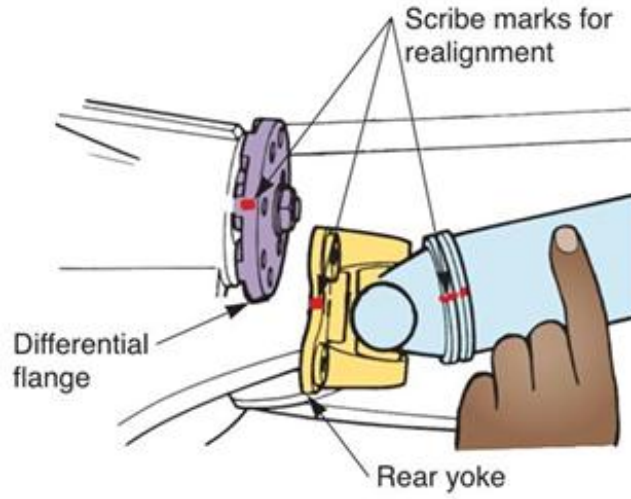
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট

- টর্ক রেঞ্জ
- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্চ সেট
- ফিলার গেজ
- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

#### প্রয়োজনীয় কাচামাল:

- গ্রীজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- নতুন ইউনিভার্সাল জয়েন্ট কিট

#### ডায়াগ্রাম:



(নোটঃ ডিসঅ্যাসেম্বলি করার আগে ড্রাইভ শ্যাফট, রিয়ার ইয়ক এবং সর্বজনীন জয়েন্টগুলিতে স্কাইব চিহ্ন। এটি পুনরায় একত্রিত করার সময় শ্যাফট ভারসাম্য বজায় রাখতে সাহায্য করবে।)

## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)- ৪.৫

**শিখন ফল-৫:** সকল সেন্সরের সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- গাড়ি ও ইঞ্জিনের প্রধান সেন্সরসমূহ
- প্রয়োজন অনুসারে সেন্সরের ত্রুটি চেক/পরীক্ষা করা
- বিভিন্ন ধরনের সেন্সর সার্ভিস/মেরামত এবং প্রতিস্থাপন করা
- সেন্সরগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা টেস্ট/নিশ্চিত করা

### গাড়ি ও ইঞ্জিনে ব্যবহৃত প্রধান সেন্সরসমূহ

আধুনিক গাড়ি ও ইঞ্জিন ব্যবস্থায় বিভিন্ন ধরনের **সেন্সর (Sensors)** ব্যবহৃত হয়, যা গাড়ির কার্যাবস্থা সম্পর্কে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য সংগ্রহ করে **ECU (Engine Control Unit)** বা **TCU (Transmission Control Unit)**-এ পাঠায়। এসব সেন্সরের তথ্যের ভিত্তিতে ইঞ্জিনের জ্বালানি সরবরাহ, ইগনিশন টাইমিং, গিয়ার শিফটিং ও নির্গমন নিয়ন্ত্রণ করা হয়। তাই **Service all sensors** কার্যক্রমের প্রথম ধাপ হলো গাড়ি ও ইঞ্জিনে ব্যবহৃত প্রধান সেন্সরগুলো সঠিকভাবে শনাক্ত করা।

### গাড়ি ও ইঞ্জিনের প্রধান সেন্সরসমূহ-

#### (১) ক্র্যাঙ্ক পজিশন সেন্সর (Crank Position Sensor)

- ক্র্যাঙ্ক শ্যাফটের অবস্থান ও ঘূর্ণনের গতি নির্ণয় করে।
- ইঞ্জিনের RPM ও ইগনিশন টাইমিং নিয়ন্ত্রণে ECU-কে তথ্য দেয়।
- এই সেন্সর কাজ না করলে ইঞ্জিন স্টার্ট হয় না বা হঠাৎ বন্ধ হয়ে যেতে পারে।

#### (২) ক্যাম পজিশন সেন্সর (Cam Position Sensor)

- ক্যাম শ্যাফটের অবস্থান শনাক্ত করে।
- ভালভ টাইমিং ও ফুয়েল ইনজেকশনের সঠিক সময় নির্ধারণে সহায়তা করে।
- আধুনিক ইঞ্জিনে সিকুয়েন্সিয়াল ফুয়েল ইনজেকশনের জন্য অপরিহার্য।

#### (৩) ওয়াটার টেম্পারেচার সেন্সর (Water Temperature Sensor)

- ইঞ্জিন কুল্যান্টের তাপমাত্রা পরিমাপ করে।
- ইঞ্জিন অতিরিক্ত গরম হচ্ছে কিনা তা ECU-কে জানায়।
- কুলিং ফ্যান চালু/বন্ধ নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে।

#### (৪) এয়ার টেম্পারেচার সেন্সর (Air Temperature Sensor)

- ইঞ্জিনে প্রবেশকারী বাতাসের তাপমাত্রা পরিমাপ করে।
- বায়ুর ঘনত্ব অনুযায়ী ফুয়েল মিশ্রণ সমন্বয় করতে ECU-কে সহায়তা করে।

#### (৫) থ্রটল পজিশন সেন্সর (Throttle Position Sensor-TPS)

- থ্রটল ভালভ কতটা খোলা বা বন্ধ তা নির্ণয় করে।
- অ্যাক্সিলারেশন ও ডেসিলারেশন নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।
- গিয়ার শিফটিং ও আইডল স্পিড কন্ট্রোলেও ব্যবহৃত হয়।

#### (৬) এমএপি সেন্সর (Manifold Absolute Pressure-MAP Sensor)

- ইনটেক ম্যানিফোল্ডের ভেতরের চাপ পরিমাপ করে।
- ইঞ্জিন লোড নির্ণয় করে ECU-কে তথ্য দেয়।
- ফ্যুয়েল ইনজেকশন ও ইগনিশন টাইমিং নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত হয়।

#### (৭) এমএএফ সেন্সর (Mass Air Flow – MAF Sensor)

- ইঞ্জিনে প্রবেশ করা বাতাসের পরিমাণ পরিমাপ করে।
- সঠিক এয়ার-ফ্যুয়েল রেশিও নিশ্চিত করে।
- এই সেন্সর নষ্ট হলে জ্বালানি খরচ বেড়ে যায়।

#### (৮) অক্সিজেন সেন্সর (Oxygen Sensor / O<sub>2</sub> Sensor)

- এক্সহস্ট গ্যাসে অক্সিজেনের পরিমাণ নির্ণয় করে।
- ফ্যুয়েল মিশ্রণ রিচ বা লিন কিনা তা ECU-কে জানায়।
- নির্গমন নিয়ন্ত্রণ ও পরিবেশ সুরক্ষায় গুরুত্বপূর্ণ।

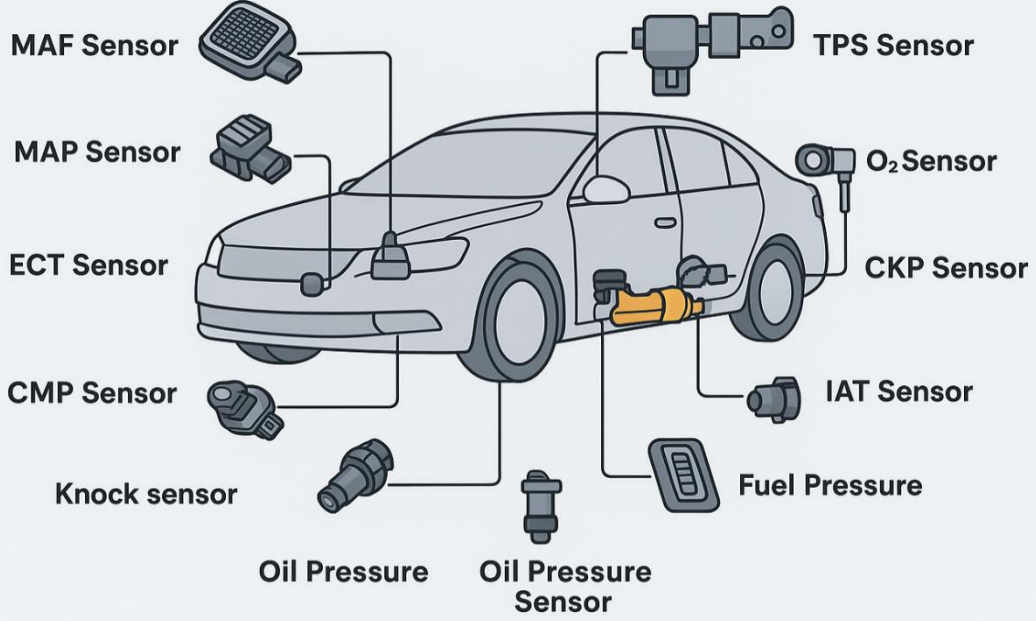
#### (৯) নক সেন্সর (Knock Sensor)

- ইঞ্জিনে অস্বাভাবিক কম্পন বা নকিং শনাক্ত করে।
- ইঞ্জিন নক প্রতিরোধে ইগনিশন টাইমিং সমন্বয় করতে ECU-কে সহায়তা করে।
- ইঞ্জিনকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে।

#### (১০) আইডল স্পিড সেন্সর (Idle Speed Sensor / Idle Air Control – IAC)

- ইঞ্জিন আইডল অবস্থায় RPM নিয়ন্ত্রণ করে।
- এসি চালু বা লোড বাড়লে ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে যাওয়া রোধ করে।
- মসৃণ আইডল পারফরম্যান্স নিশ্চিত করে।

# MAJOR ENGINE SENSORS



প্রয়োজন অনুসারে সেন্সরের ত্রুটি চেক/পরীক্ষা করাঃ

গাড়ি ও ইঞ্জিনের সেন্সরসমূহ সঠিকভাবে কাজ না করলে পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম, ইঞ্জিন পারফরম্যান্স ও জ্বালানি দক্ষতা মারাত্মকভাবে প্রভাবিত হয়। তাই Service all sensors কার্যক্রমের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ হলো প্রয়োজন অনুযায়ী সেন্সরগুলোর ত্রুটি শনাক্তকরণ ও পরীক্ষা করা।

## ক. সেন্সর ত্রুটি শনাক্তের লক্ষণ (Symptoms of Sensor Faults)

- ইঞ্জিন চেক লাইট (Check Engine Light) জ্বলে ওঠা
- গিয়ার শিফটিংয়ে দেরি বা ঝাঁকুনি
- ইঞ্জিনের শক্তি কমে যাওয়া বা স্টল করা
- অস্বাভাবিক জ্বালানি খরচ
- গাড়ি চলার সময় ঝাঁকুনি বা কম্পন
- স্পিডোমিটার বা গেজে ভুল রিডিং দেখা যাওয়া

## খ. সেন্সর ত্রুটি পরীক্ষার পদ্ধতি (Methods of Checking Sensor Faults)

### ১) ভিজুয়াল পরীক্ষা (Visual Inspection)

- সেন্সরের বডি ফাটা, পোড়া বা ক্ষতিগ্রস্ত কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- সেন্সরের কানেক্টর ও ওয়্যারিং টিলা, কাটা বা জং ধরা আছে কিনা দেখা হয়।
- ধুলো, তেল বা পানি জমে সেন্সরের কার্যকারিতা ব্যাহত হচ্ছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ২) ডায়াগনস্টিক স্ক্যান পরীক্ষা (Diagnostic Scan Check)

- OBD স্ক্যান টুল ব্যবহার করে ECU/TCU থেকে ফল্ট কোড (DTC) রিড করা হয়।

- নির্দিষ্ট সেন্সর—সংক্রান্ত কোড শনাক্ত করে সংশ্লিষ্ট সেন্সরের দিকে বিশেষ নজর দেওয়া হয়।

### ৩) ইলেকট্রিক্যাল পরীক্ষা (Electrical Testing)

- মাল্টিমিটার দিয়ে সেন্সরের ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স ও কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা হয়।
- সেন্সরের রিডিং প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মানের সাথে তুলনা করা হয়।
- ওপেন সার্কিট বা শর্ট সার্কিট আছে কিনা যাচাই করা হয়।

### ৪) ফাংশনাল পরীক্ষা (Functional Testing)

- গাড়ি চালু করে সেন্সরের লাইভ ডেটা স্ক্যান টুলে পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- গতি, লোড বা তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সেন্সরের রেসপন্স সঠিক কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ৫) তুলনামূলক পরীক্ষা (Comparison Test)

- সন্দেহজনক সেন্সরের রিডিং অন্য স্বাভাবিক সেন্সরের সাথে তুলনা করা হয়।
- প্রয়োজনে অস্থায়ীভাবে ভালো সেন্সর লাগিয়ে পরীক্ষা করা হয়।

### গ. সাধারণ সেন্সর ত্রুটির কারণ

- সেন্সরের ভেতরের সার্কিট নষ্ট হওয়া
- অতিরিক্ত তাপ, আর্দ্রতা বা কম্পনের প্রভাব
- ওয়্যারিং বা কানেক্টরের টিলাভাব
- ময়লা, তেল বা ধাতব কণা জমে যাওয়া
- দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে সেন্সরের স্বাভাবিক ক্ষয়

### ঘ. সেন্সর ত্রুটি পরীক্ষা করার গুরুত্ব

- দ্রুত সমস্যার মূল কারণ শনাক্ত করা যায়।
- অপ্রয়োজনীয় সেন্সর প্রতিস্থাপন এড়ানো যায়।
- ইঞ্জিন ও পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়।
- সার্ভিস খরচ ও সময় কমে আসে।

### বিভিন্ন ধরনের সেন্সর সার্ভিস/মেরামত এবং প্রতিস্থাপন করাঃ

গাড়ি ও ইঞ্জিনের **SERVICE POWER TRANSMISSION SYSTEM**—এ ব্যবহৃত বিভিন্ন সেন্সর সঠিকভাবে কাজ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সেন্সরের মাধ্যমে প্রাপ্ত তথ্যের উপর ভিত্তি করে ECU/TCU ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, গিয়ার শিফটিং, জ্বালানি সরবরাহ ও নির্গমন নিয়ন্ত্রণ করে। তাই বিভিন্ন ধরনের সেন্সর সার্ভিসিং (Servicing) ও প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন (Replacement) করা হয়।

### ক. বিভিন্ন ধরনের সেন্সরের সার্ভিসিং কার্যক্রম

#### ১) ইঞ্জিন—সম্পর্কিত সেন্সর সার্ভিসিং

##### ম্যাস এয়ার ফ্লো (MAF) সেন্সর

- সেন্সর খুলে বিশেষ ক্লিনার দিয়ে পরিষ্কার করা হয়।
- ধুলো বা তেল জমে থাকলে তা অপসারণ করা হয়।
- পরিষ্কারের পর সঠিকভাবে পুনরায় স্থাপন করা হয়।

##### ম্যানিফোল্ড অ্যাবসলিউট প্রেসার (MAP) সেন্সর

- সেন্সরের পোর্টে কার্বন বা ময়লা জমে আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- প্রয়োজনে পরিষ্কার করে পুনরায় বসানো হয়।

### থ্রটল পজিশন সেন্সর (TPS)

- থ্রটল বডি়র সাথে সঠিক অ্যালাইনমেন্ট আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- সেন্সরের রেসপন্স মসৃণ কিনা যাচাই করা হয়।

### অক্সিজেন সেন্সর (O<sub>2</sub> Sensor)

- সেন্সরের কানেকশন পরিষ্কার করা হয়।
- অতিরিক্ত কার্বন জমে থাকলে তা পরিষ্কার বা প্রতিস্থাপনের সিদ্ধান্ত নেওয়া হয়।

### ২) ট্রান্সমিশন ও পাওয়ার ট্রান্সমিশন সেন্সর সার্ভিসিং

#### ভেহিকেল স্পিড সেন্সর (VSS)

- সেন্সর খুলে ধাতব কণা বা ময়লা পরিষ্কার করা হয়।
- সেন্সর সঠিকভাবে গতি পরিমাপ করছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

#### গিয়ার পজিশন সেন্সর

- গিয়ার লিভারের সাথে সেন্সরের অবস্থান সঠিক কিনা যাচাই করা হয়।
- টিলা সংযোগ ঠিক করা হয়।

#### ট্রান্সমিশন অয়েল টেম্পারেচার সেন্সর

- সেন্সর পরিষ্কার করে তাপমাত্রা রিডিং সঠিক কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ৩) স্ফটি ও কন্ট্রোল সেন্সর সার্ভিসিং

#### ABS হইল স্পিড সেন্সর

- চাকার পাশে জমে থাকা ময়লা ও ধাতব কণা পরিষ্কার করা হয়।
- সেন্সর ও টোন রিংয়ের দূরত্ব ঠিক আছে কিনা দেখা হয়।

#### নক সেন্সর

- সেন্সর সঠিকভাবে ব্লকে বসানো আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- টিলা থাকলে টর্ক অনুযায়ী টাইট করা হয়।

### খ. সেন্সর প্রতিস্থাপন কার্যক্রম (Replacement of Sensors)

- যেসব সেন্সর পরিষ্কার বা সার্ভিসিংয়ের পরও সঠিক রিডিং দেয় না, সেগুলো নতুন সেন্সর দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- সেন্সর প্রতিস্থাপনের সময় গাড়ির মডেল ও প্রস্তুতকারকের স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করা হয়।
- ক্ষতিগ্রস্ত কানেক্টর বা ওয়্যারিং থাকলে তা একসাথে প্রতিস্থাপন করা হয়।
- নতুন সেন্সর বসানোর পর ECU/TCU রিসেট বা ক্যালিব্রেশন করা হয় (যদি প্রয়োজন হয়)।

### গ. চূড়ান্ত পরীক্ষা (Final Check)

- প্রতিস্থাপনের পর স্ক্যান টুল দিয়ে লাইভ ডেটা পরীক্ষা করা হয়।
- ফল্ট কোড মুছে পুনরায় স্ক্যান করা হয়।
- টেস্ট ড্রাইভের মাধ্যমে ইঞ্জিন পারফরম্যান্স ও গিয়ার শিফটিং যাচাই করা হয়।

### সেন্সরগুলি সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা টেস্ট/নিশ্চিত করাঃ

গাড়ি ও ইঞ্জিনে ব্যবহৃত বিভিন্ন সেন্সর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিশ্চিত করা **Service all sensors** কার্যক্রমের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। সেন্সরের ভুল বা অসম্পূর্ণ তথ্যের কারণে ইঞ্জিন পারফরম্যান্স, গিয়ার শিফটিং এবং পাওয়ার

ট্রান্সমিশন সিস্টেমে সমস্যা দেখা দিতে পারে। তাই সার্ভিসিং বা প্রতিস্থাপনের পর সেন্সরগুলোর কার্যকারিতা পরীক্ষা (Testing) করা আবশ্যিক।

### ক. সেন্সর পরীক্ষার প্রস্তুতি

- গাড়ি সমতল ও নিরাপদ স্থানে রাখা হয়।
- ব্যাটারির ভোল্টেজ স্বাভাবিক আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- প্রয়োজনীয় টুলস যেমন মাল্টিমিটার, স্ক্যান টুল ও সার্ভিস ম্যানুয়াল প্রস্তুত রাখা হয়।

### খ. সেন্সর কার্যকারিতা পরীক্ষার পদ্ধতি

#### ১) ভিজুয়াল ও কানেকশন পরীক্ষা

- সেন্সর সঠিকভাবে বসানো আছে কিনা যাচাই করা হয়।
- কানেক্টর টিলা, নোংরা বা জং ধরা আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- ওয়্যারিং হারনেসে কাটা বা শর্ট আছে কিনা দেখা হয়।

#### ২) ইলেকট্রিক্যাল পরীক্ষা (Electrical Testing)

- মাল্টিমিটার ব্যবহার করে সেন্সরের ভোল্টেজ, রেজিস্ট্যান্স ও কন্টিনিউটি মাপা হয়।
- প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মানের সাথে রিডিং তুলনা করা হয়।
- ওপেন বা শর্ট সার্কিট শনাক্ত করা হয়।

#### ৩) স্ক্যান টুল দ্বারা পরীক্ষা (Scan Tool Testing)

- OBD স্ক্যান টুল ব্যবহার করে ECU/TCU থেকে লাইভ ডেটা পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- সেন্সরের রিডিং গাড়ির গতি, তাপমাত্রা বা লোড পরিবর্তনের সাথে সঠিকভাবে পরিবর্তিত হচ্ছে কিনা দেখা হয়।

#### ৪) ফাংশনাল পরীক্ষা (Functional Test)

- ইঞ্জিন স্টার্ট করে সেন্সরের প্রতিক্রিয়া পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- গিয়ার পরিবর্তন, অ্যাক্সিলারেশন ও ডেসিলারেশনের সময় সেন্সর সিগন্যাল স্বাভাবিক কিনা যাচাই করা হয়।

#### ৫) তুলনামূলক ও পুনরায় পরীক্ষা

- সন্দেহজনক সেন্সরের রিডিং অন্য স্বাভাবিক সেন্সরের সাথে তুলনা করা হয়।
- প্রয়োজন হলে পুনরায় ক্যালিব্রেশন বা রিসেট করা হয়।

### গ. পরীক্ষার পর নিশ্চিতকরণ

- সব সেন্সরের রিডিং স্বাভাবিক হলে ফল্ট কোড মুছে ফেলা হয়।
- টেস্ট ড্রাইভ করে বাস্তব অবস্থায় সেন্সরের কাজ যাচাই করা হয়।
- কোনো সতর্ক বাতি (Warning Light) জ্বলছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ঘ. সেন্সর পরীক্ষা করার গুরুত্ব

- ইঞ্জিন ও পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত হয়।
- অপ্রত্যাশিত ব্রেকডাউন ও অতিরিক্ত জ্বালানি খরচ কমে।
- নিরাপদ ও মসৃণ গাড়ি পরিচালনা সম্ভব হয়।
- প্রশিক্ষণার্থীদের ডায়াগনস্টিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

## সেলফ চেক (Self Check)- ৪.৫

### শূন্যস্থান পূরণঃ

১. ইঞ্জিনে বায়ু প্রবাহের পরিমাণ মাপার সেন্সরটি হলো \_\_\_\_\_ সেন্সর।
২. ইঞ্জিনের কুল্যান্ট তাপমাত্রা পরিমাপ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৩. ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের ঘূর্ণনের গতি নির্ণয় করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৪. থ্রটল ভাষের খোলার অবস্থান নির্ধারণ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৫. এক্সজস্ট গ্যাসে অক্সিজেনের মাত্রা মাপে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৬. ইঞ্জিন নক বা বিস্ফোরণ শনাক্ত করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৭. ইঞ্জিনে ইনটেক ম্যানিফোল্ডের চাপ নির্ণয় করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৮. ক্যামশ্যাফটের অবস্থান শনাক্ত করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
৯. ইঞ্জিনে ফ্যুয়েল ইনজেকশনের নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।
১০. ইঞ্জিনের গতি ও লোড অনুযায়ী জ্বালানি সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৪.৫

১. ইঞ্জিনে বায়ু প্রবাহের পরিমাণ মাপার সেন্সরটি হলো \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: MAF (Mass Air Flow)
২. ইঞ্জিনের কুল্যান্ট তাপমাত্রা পরিমাপ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: ECT (Engine Coolant Temperature)
৩. ক্র্যাঙ্কশ্যাফটের ঘূর্ণনের গতি নির্ণয় করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: ক্র্যাঙ্কশ্যাফট পজিশন সেন্সর
৪. থ্রটল ভাষের খোলার অবস্থান নির্ধারণ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: TPS (Throttle Position Sensor)
৫. এক্সজস্ট গ্যাসে অক্সিজেনের মাত্রা মাপে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: অক্সিজেন সেন্সর (O<sub>2</sub> Sensor)
৬. ইঞ্জিন নক বা বিস্ফোরণ শনাক্ত করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: নক সেন্সর
৭. ইঞ্জিনে ইনটেক ম্যানিফোল্ডের চাপ নির্ণয় করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: MAP (Manifold Absolute Pressure)
৮. ক্যামশ্যাফটের অবস্থান শনাক্ত করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: ক্যামশ্যাফট পজিশন সেন্সর
৯. ইঞ্জিনে ফ্যুয়েল ইনজেকশনের নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: অক্সিজেন সেন্সর
১০. ইঞ্জিনের গতি ও লোড অনুযায়ী জ্বালানি সরবরাহ নিয়ন্ত্রণ করে \_\_\_\_\_ সেন্সর।  
উত্তর: ECU (Engine Control Unit)

## জবশীট (Job Sheet)- 8.৫.১

জবের নাম: সেন্সরসমূহ সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. যানবাহনের ব্যাটারি সংযোগ বিচ্ছিন্ন করুন।
২. সেন্সরগুলোর অবস্থান সনাক্ত করুন (MAF, MAP, TPS, ECT, O<sub>2</sub>, CKP, CMP ইত্যাদি)।
৩. সেন্সর কানেক্টর খুলে ক্লিনার দিয়ে পরিষ্কার করুন।
৪. মাল্টিমিটার দিয়ে প্রতিটি সেন্সরের রেজিস্ট্যান্স বা ভোল্টেজ রিডিং পরীক্ষা করুন।
৫. প্রয়োজনে ক্ষতিগ্রস্ত সেন্সর প্রতিস্থাপন করুন।
৬. কানেক্টর ও ওয়্যার পুনরায় যুক্ত করুন।
৭. ব্যাটারি সংযোগ দিন ও ইঞ্জিন চালু করে OBD স্ক্যানার দিয়ে ফলাফল যাচাই করুন।

### সতর্কতা (Caution):

- ব্যাটারি সংযোগ ছাড়াই কোনো সেন্সর খুলবেন না।
- সেন্সরের তারে অতিরিক্ত টান দেবেন না।
- ক্লিনার প্রয়োগের সময় অতিরিক্ত তরল ব্যবহার করবেন না।
- ইঞ্জিন গরম অবস্থায় কাজ করবেন না।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)- 8.৫.১

জবের নাম: সেন্সরসমূহ সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও যন্ত্রপাতি:

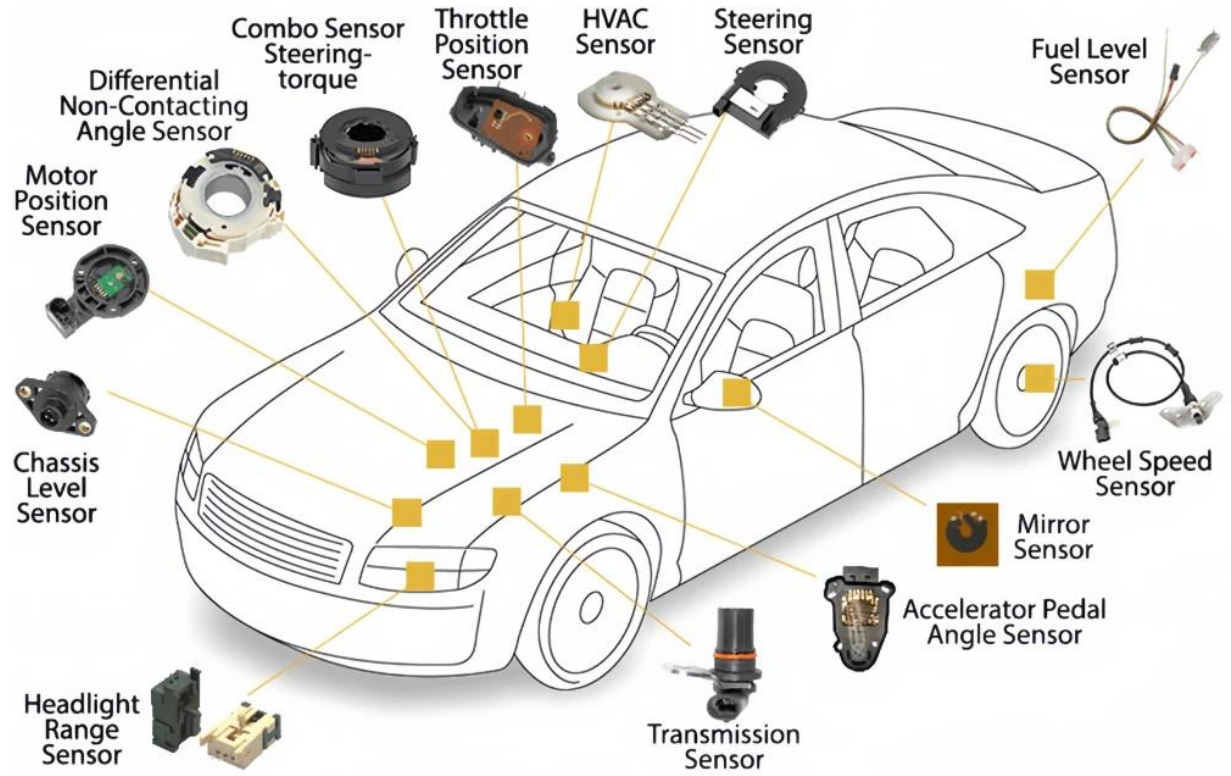
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্জ সেট
- মাল্টিমিটার

- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

### প্রয়োজনীয় কাঁচামাল:

- গ্রীজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- নতুন সেন্সর

### ডায়াগ্রাম:



## মডিউল-৫

মডিউলঃ পাওয়ার ট্রান্সমিশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা  
SICIP-TRA-AAM-05-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

মডিউল-৫

মডিউল শিরনামঃ কন্টোল সিস্টেম সার্ভিসিং করা

ইউনিট কোডঃ SICIP-TRA-AAM-05-O

নোমিনাল আওয়ারঃ ৩০ ঘণ্টা।

**মডিউলের বিবরণঃ**

এই মডিউলটিতে মোটরযানের কন্টোল সিস্টেম সার্ভিস করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে ব্রেক সিস্টেম ও স্টিয়ারিং সিস্টেম সার্ভিস করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

**শিখনফলঃ এই মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষার্থীরাঃ**

১. ব্রেক সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।
২. স্টিয়ারিং সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।

**অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়াঃ**

- ১ ব্রেক সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহ শনাক্ত করা হয়েছে।
- ২ প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
- ৩ অ্যান্টি-লক ব্রেক সিস্টেম (ABS)-এর কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
- ৪ ব্রেক সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) ও ব্লিডিং কার্যক্রম সম্পন্ন করা হয়েছে।
- ৫ প্রয়োজনে প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
- ৬ স্টিয়ারিং সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহ শনাক্ত করা হয়েছে।
- ৭ প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
- ৮ স্টিয়ারিং সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) সম্পন্ন করা হয়েছে।
- ৯ প্রয়োজনে প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet) – ৫.১

শিখন ফল-১: ব্রেক সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ব্রেক সিস্টেম, এর প্রকারভেদ এবং প্রধান উপাদানসমূহ
- প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি
- অ্যান্টি-লক ব্রেক সিস্টেম (ABS)
- ব্রেক সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) ও ব্লিডিং কার্যক্রম
- প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

### ব্রেক সিস্টেম, এর প্রকারভেদ এবং প্রধান উপাদানসমূহঃ

ব্রেক যে কোন যানবাহনের একটি গুরুত্বপূর্ণ কম্পোনেন্ট। এটি মূলত অ্যানার্জি অ্যাবসর্ভ করার মাধ্যমে গাড়ির বেগ কমিয়ে আনে বা থামিয়ে দেয়। সাধারণত ঘর্ষণের মাধ্যমে ব্রেকিং হয়ে থাকে এবং ব্রেকিং এর সময় গতিশক্তি ঘর্ষণের মাধ্যমে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কিছু কিছু ক্ষেত্রে রিজেনারেটিভ ব্রেকিং ব্যবহার করা হয় এবং সে সব গাড়িতে ব্রেকিং এর সময় গতিশক্তির একটি অংশ বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সহজভাবে বললে- যে পদ্ধতির মাধ্যমে গতিশীল গাড়ির গতি কমিয়ে বা সম্পূর্ণ গতি রোধ করে গাড়ি নিয়ন্ত্রন করা হয় তাকে **ব্রেক সিস্টেম** বলে।

### যানবাহনে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের ব্রেকিং সিস্টেমঃ

যানবাহনে বিভিন্ন ধরনের ব্রেকিং সিস্টেম ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ

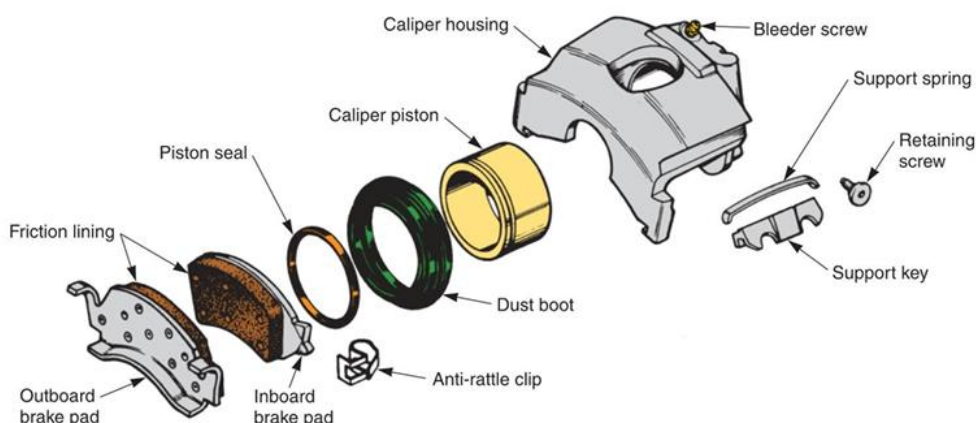
১। **মেকানিক্যাল ব্রেকঃ** এই ধরনের ব্রেকিং সিস্টেমে ড্রাইভার ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে তা বিভিন্ন মেকানিক্যাল লিঙ্কেজ (যেমনঃ সিলিন্ড্রিক্যাল রড, ফাল্ক্রাম, স্প্রিং ইত্যাদি) এর সাহায্যে ব্রেকিং ফোর্স ব্রেক প্যাড বা ব্রেক শূ তে যায়। এই ব্রেকিং সিস্টেম আগে সব থেকে বেশি জনপ্রিয় হলেও, এর ইফেক্টিভনেস কম হওয়াতে বর্তমানে এর ব্যবহার নেই বললেই চলে।



**২। হাইড্রোলিক ব্রেকঃ** এই ধরনের ব্রেকিং সিস্টেমে ড্রাইভার ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে তা বিভিন্ন ইনকম্প্রেসিবল ফ্লুয়িড এর সাহায্যে ব্রেকিং ফোর্স ব্রেক প্যাড বা ব্রেক শূ তে ট্রান্সমিটেড হয়। ব্রেক ফ্লুয়িড হিসাবে সাধারণত গ্লাইকল ইথার বা ডাই ইথাইল গ্লাইকল ব্যবহার করা হয়।

হাইড্রোলিক ব্রেক সিস্টেমে মাস্টার সিলিন্ডার, ব্রেক ফ্লুয়িড রিসারভার, পাইপিং সিস্টেম ও হইল সিলিন্ডার থাকে। ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে রিসারভার থেকে ব্রেক ফ্লুয়িড মাস্টার সিলিন্ডারে আসে। সেখান থেকে পাইপিং সিস্টেমের মাধ্যমে হইল সিলিন্ডারে যায়। হইল সিলিন্ডার থেকে ফ্লুয়িডের ব্রেকিং ফরস ডিস্ক ও ড্রাম ব্রেকের পিস্টনে চলে যায় এবং এর ফলে গাড়ির বেগ কমতে থাকে।

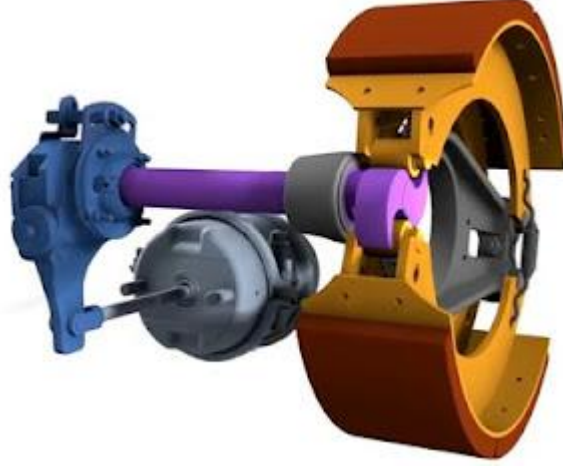
হাইড্রোলিক ব্রেক সিস্টেমে মেকানিক্যাল ব্রেক সিস্টেমের থেকে অনেক বেশি ব্রেকিং ফোর্স জেনারেট করা যায়। তাছাড়া, এই ধরনের ব্রেকিং সিস্টেমে ব্রেক ফেইল করার সম্ভাবনাও অত্যন্ত কম।



**নোট:** একটি ক্যালিপারের বিচ্ছিন্ন দৃশ্য অধ্যয়ন করুন। অংশগুলি কীভাবে একসাথে ফিট করে তা লক্ষ্য করুন।

**৩। এয়ার বা নিউমেটিক ব্রেক সিস্টেমঃ** এই ধরনের ব্রেক সিস্টেমের ওয়ার্কিং প্রিন্সিপল হাইড্রোলিক ব্রেকের মতই। কিন্তু এই সিস্টেমে ইনকম্প্রেসিবল ফ্লুই এর পরিবর্তে বাতাস ব্যবহার করা হয়। এই ধরনের ব্রেক সিস্টেমে এয়ার কম্প্রেসর, এয়ার রিসার্ভ ট্যাঙ্ক, চেক ভাল্ভ, সেফটি ভাল্ভ থাকে। ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে কম্প্রেসরের মাধ্যমে বাতাসকে কম্প্রেস করে রোটারে পাঠানো হয়, যার ফলে ব্রেকিং সম্পন্ন হয়।

এয়ার ব্রেক সিস্টেম সাধারণত ট্রাক এবং অন্যান্য ভারি যানবাহনে ব্যবহার করা হয়। কেননা, এই ব্রেকিং সিস্টেমে হাইড্রোলিক ব্রেকের থেকে অধিক ব্রেক ফোর্স জেনারেট করা যায়। তাছাড়াও এই সিস্টেমে অধিক দূরত্বে ব্রেক ফোর্স ট্রান্সমিট করা যায়, যা বড় যানবাহনে প্রয়োজনীয় কিন্তু হাইড্রলিক ব্রেকের মাধ্যমে সম্ভব নয়।



**৪। ইলেক্ট্রিক্যাল ব্রেকঃ** এই ধরনের ব্রেকিং সিস্টেম ইলেকট্রিক এবং হাইব্রিড গাড়িতে ব্যবহার করা হয়। অ্যাকসিলারেটর ছেড়ে দিলে মোটরে পাওয়ার ট্রান্সমিট বন্ধ হয়ে যায়। কিন্তু চাকার ঘূর্ণনের ফলে মোটর ঘুরতে থাকে এবং তা থেকে ইলেক্ট্রিসিটি জেনারেট হয়। ফলে ব্রেকিং সম্পন্ন হয়। এছাড়াও অনেক গাড়িতে ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে মোটর এর পোলারিটি রিভার্স হয়ে যায়, যার ফলে ব্রেকিং সম্পন্ন হয়।

ইলেক্ট্রিক্যাল ব্রেকিং সিস্টেমে মেইনটেন্যান্স ব্যয় খুব কম, কেননা এদের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট দূরত্ব পর পর ব্রেক প্যাড বা শূ পরিবর্তন করা লাগে না। তাছাড়া এদের লুব্রিকেটিং এরও প্রয়োজন হয় না। আর ঘর্ষণের মাধ্যমে ব্রেকিং না হওয়াতে হিটও জেনারেট হয় না।



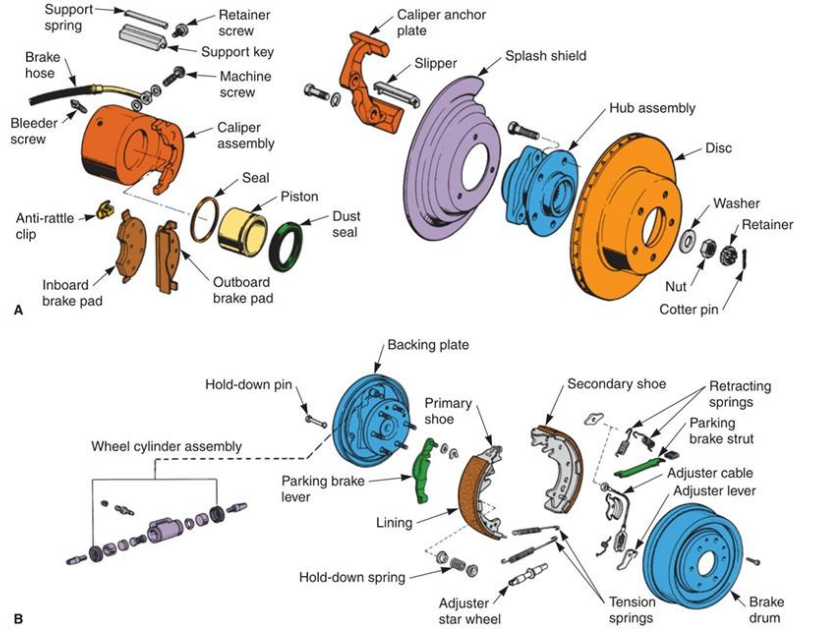
**ব্রেক সিস্টেমের মেকানিজমের উপর ভিত্তি করে ব্রেক আবার ২ ধরনের হয়:**

**১। ডিস্ক ব্রেকঃ** এই ধরনের ব্রেক সিস্টেমে ব্রেক ক্যালিপার এবং ব্রেক রোটর নিয়ে গঠিত। রোটরটি হইল হাবের মাধ্যমে চাকার সাথে যুক্ত থাকে এবং চাকার সাথেই ঘুরতে থাকে। ব্রেক ক্যালিপারটি রোটর এর উপর থাকে এবং এটি স্টেশনারি পার্ট। ব্রেক প্যাডেল এ চাপ দিলে ফোর্স ব্রেক ক্যালিপারের প্যাডের মাধ্যমে রোটরকে ২দিক থেকে চেপে ধরে। আর এর ফলে জেনারেট হওয়া ঘর্ষণের মাধ্যমে ব্রেকিং সম্পন্ন হয়। এই ঘর্ষণের ফলে ব্রেক রোটরে অনেক তাপ উৎপন্ন হয় এবং তা

পরিবেশে ছেড়ে দেওয়ার জন্য ব্রেক রোটরের ২ দিকের সারফেসের মাঝখানে ফিন থাকে। এই ধরনের ব্রেকিং সিস্টেমের ইফেক্টিভনেস বেশি। তাছাড়া এরা অধিক ডিউরেবল হয়।



**২। ড্রাম ব্রেকঃ** এই ধরনের ব্রেক সিস্টেমে একটি ড্রাম হাবের মাধ্যমে চাকার সাথে যুক্ত থাকে এবং ঘুরতে থাকে। ড্রামের ভিতর ব্রেক পিস্টন এবং ব্রেক শূ থাকে। ব্রেক প্যাডেলে চাপ দিলে প্রেশারটা পিস্টনে ট্রান্সমিট হয় এবং তার ফলে ব্রেক শূ ২টি ড্রাম এর দিকে সরে যায়। আর ড্রাম এর সাথে ঘর্ষণের ফলে গতিশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং এর ফলে ব্রেকিং সম্পন্ন হয়। ড্রাম ব্রেকের মাধ্যমে ডিস্ক ব্রেকের তুলনায় কম ব্রেক ফোর্স জেনারেট করা যায়। এজন্য এই ব্রেক সাধারণত যানবাহনের পিছনের চাকায় সাপোর্ট ব্রেক হিসাবে ব্যবহার করা হয়।



নোটঃ সম্পূর্ণ ডিস্ক এবং ড্রাম ব্রেক অ্যাসেম্বলির তুলনা করুন। **A** - ডিস্ক ব্রেক অ্যাসেম্বলি। **B** - ড্রাম ব্রেক অ্যাসেম্বলি।

**ব্রেক সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহ এবং এদের কার্যাবলিঃ**

- **ব্রেক প্যাডেল:** চালক যখন এটি চাপেন, তখন এটি ব্রেকিং প্রক্রিয়ার সূচনা করে।
- **মাস্টার সিলিন্ডার:** ব্রেক প্যাডেল চাপলে এটি অ্যাক্টিভেট হয় এবং ব্রেক লাইনের মাধ্যমে ব্রেক ফ্লুইডকে চাপ দেয়।
- **ব্রেক বুস্টার:** প্যাডেলের ওপর প্রয়োগ করা বলকে বাড়িয়ে দেয়, যাতে কম পরিশ্রমে ব্রেক করা যায়।
- **ব্রেক লাইন:** মাস্টার সিলিন্ডার থেকে ব্রেক ফ্লুইডকে প্রতিটি চাকার ব্রেক ক্যালিপার বা হইল সিলিন্ডারে পরিবহন করে।

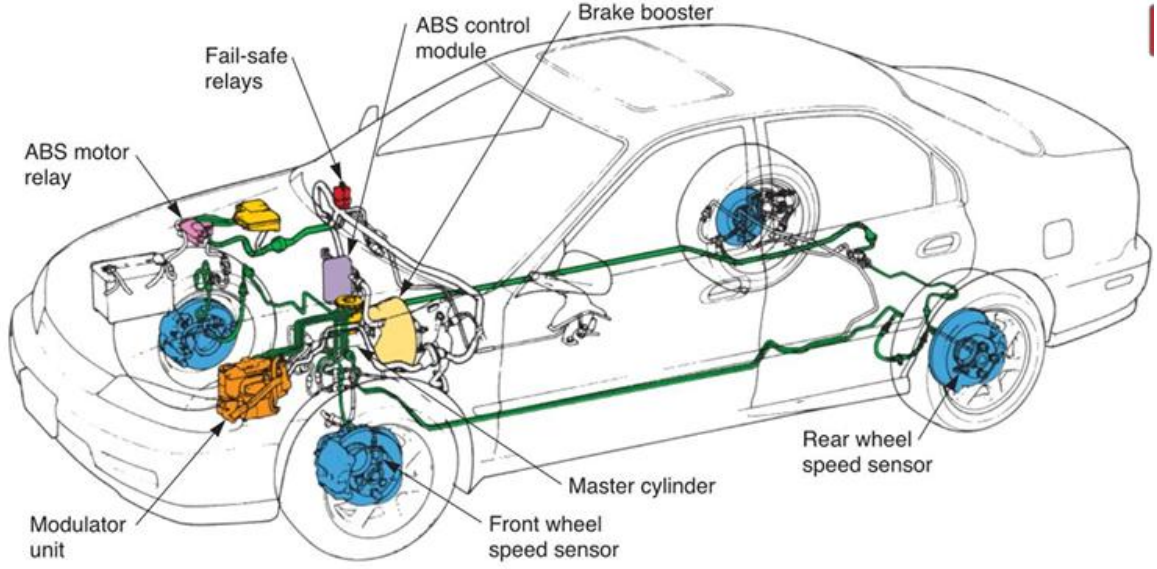
- **ব্রেক ফ্লুইড:** হাইড্রোলিক সিস্টেমে চাপ প্রয়োগের মাধ্যম হিসেবে কাজ করে। ব্রেক ফ্লুইড ডট-৩ ও ডট-৪ ব্যবহার করা হয়।
- **ব্রেক ক্যালিপার:** ব্রেক প্যাডগুলোকে ধরে রাখে এবং হাইড্রোলিক চাপের মাধ্যমে রটারের ওপর চাপ প্রয়োগ করে।
- **ব্রেক প্যাড:** ক্যালিপারের ভেতর থাকে এবং রটারের সাথে ঘর্ষণ তৈরি করে।
- **ব্রেক রোটর (ডিস্ক ব্রেকের ক্ষেত্রে):** চাকার সাথে সংযুক্ত একটি ঘূর্ণায়মান ডিস্ক, যার সাথে প্যাডগুলো ঘর্ষণ তৈরি করে।
- **হইল সিলিন্ডার ও ব্রেক শূ (ডাম ব্রেকের ক্ষেত্রে):** ডাম ব্রেকের ক্ষেত্রে, হইল সিলিন্ডার ব্রেক শূ-কে বাইরের দিকে ঠেলে ডামের সাথে ঘর্ষণ সৃষ্টি করে।
- **হইল স্পিড সেন্সর:** এটি চাকার গতির তথ্য ইসিইউ কে জানায়।

### অ্যান্টি-লক ব্রেকিং সিস্টেম (ABS)

অ্যান্টি-লক ব্রেকিং সিস্টেম (ABS) জরুরি ব্রেকিংয়ের সময় চাকা লক হয়ে যাওয়া এবং পিছলে যাওয়া থেকে রক্ষা করে গাড়িকে নিয়ন্ত্রণযোগ্য রাখে, যা ভেজা বা পিচ্ছিল রাস্তায় বিশেষ কার্যকর। এটি দ্রুত ব্রেক করার সময় টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে টানে থাকা সংযোগ বজায় রাখে, ফলে চালক গাড়ির স্টিয়ারিং নিয়ন্ত্রণ করতে পারে এবং দুর্ঘটনা এড়াতে পারে।

### ABS এর কার্যকারিতা:

- **চাকা লক হওয়া প্রতিরোধ:** যখন চালক হঠাৎ ব্রেক চাপেন, তখন ABS প্রতিটি চাকার গতি পর্যবেক্ষণ করে। চাকা লক হতে শুরু করলে, সিস্টেমটি ব্রেকের চাপকে দ্রুত কয়েকবার বাড়াই এবং কমায়, যাতে চাকা ঘুরতে থাকে এবং লক না হয়।
- **রাস্তার উপর নিয়ন্ত্রণ বজায় রাখা:** চাকা লক না হওয়ার কারণে, টায়ার রাস্তার সাথে একটি কার্যকর যোগাযোগ বজায় রাখতে পারে। এটি গাড়িটিকে পিছলে যাওয়া থেকে রক্ষা করে এবং চালক জরুরি অবস্থায়ও স্টিয়ারিং করে দিক পরিবর্তন করতে পারেন।
- **ছোট ব্রেকিং দূরত্ব:** যদিও ABS-এর মূল উদ্দেশ্য নিয়ন্ত্রণ বজায় রাখা, কিছু পরিস্থিতিতে এটি ব্রেক করার দূরত্বও কমিয়ে আনতে পারে, কারণ এটি চাকা লক হওয়া রোধ করে সর্বোচ্চ ব্রেকিং শক্তি প্রয়োগ করতে সহায়তা করে।
- **বিভিন্ন রাস্তার পরিস্থিতিতে সুরক্ষা:** ভেজা, বরফযুক্ত বা অন্যান্য পিচ্ছিল রাস্তায় এই সিস্টেমটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ, যেখানে চাকা লক হওয়ার এবং পিছলে যাওয়ার ঝুঁকি বেশি থাকে।
- **চালককে সাহায্য করা:** ABS চালকের উপর থেকে ব্রেক করার সময় নিয়ন্ত্রণ হারানোর চাপ কমায়, বিশেষ করে জরুরি ব্রেকিংয়ের সময়, যা নিরাপদ ড্রাইভিং নিশ্চিত করে।



এই সিস্টেমগুলি প্রায়শই অ্যান্টি-লক ব্রেকসিস্টেমের কিছু অংশ ব্যবহার করে যা জরুরি অবস্থা চলাকালীন চালকের নিরাপত্তা বৃদ্ধির জন্য টায়ার স্পিন এবং স্কিডিং প্রতিরোধে সহায়তা করে।

### ব্রেক সিস্টেমের সাধারণ সমস্যাগুলি:

ব্রেক ফ্লুইড কমে যাওয়া বা লিক করা, ব্রেক প্যাড ও রোটরের জীর্ণ হয়ে যাওয়া, হাইড্রোলিক লাইন ব্লক হওয়া এবং এবিএস (ABS) বা অন্যান্য ইলেকট্রনিক ত্রুটি। এই সমস্যাগুলোর কারণে ব্রেক নরম লাগা, জোরে শব্দ হওয়া, বা সম্পূর্ণ কাজ না করার মতো লক্ষণ দেখা দিতে পারে। নিয়মিত পরীক্ষা এবং রক্ষণাবেক্ষণ এই সমস্যাগুলো প্রতিরোধে সাহায্য করে।

### সাধারণ সমস্যা এবং লক্ষণ

- **ব্রেক ফ্লুইড লিক বা অভাব:** ব্রেক ফ্লুইড কমে গেলে বা লিক করলে ব্রেক প্যাডেল নরম বা স্পঞ্জি মনে হতে পারে। ব্রেক করার সময় গাড়ি স্বাভাবিকের চেয়ে ধীরে বা কম কার্যকরভাবে থামতে পারে।
- **জীর্ণ ব্রেক প্যাড:** ব্রেক প্যাড খুব বেশি ক্ষয় হয়ে গেলে ব্রেক করার সময় ধাতব ঘষটানোর মতো শব্দ হতে পারে। চরম ক্ষেত্রে, প্যাডের ধাতব অংশ সরাসরি রোটরের সাথে ঘষা লেগে বড় ধরনের ক্ষতি করতে পারে।
- **ব্রেক শক্ত হয়ে যাওয়া:** ব্রেক প্যাডেল অতিরিক্ত শক্ত হয়ে গেলে বা চাপ দিলে সহজে নামতে না চাইলে, এটি ব্রেক বুস্টার বা মাস্টার সিলিন্ডারের সমস্যার কারণে হতে পারে।
- **নরম বা স্পঞ্জি ব্রেক:** ব্রেক ফ্লুইড লিক, ক্যালিপার বা মাস্টার সিলিন্ডারের সমস্যা, অথবা এয়ার বাবল থাকার কারণে ব্রেক নরম মনে হতে পারে।
- **অতিরিক্ত শব্দ:** ব্রেক করার সময় কিচিরমিচির, তীক্ষ্ণ আওয়াজ বা ঘষটানোর শব্দ হলে বুঝতে হবে প্যাড বা রোটার ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে।
- **ড্যাশবোর্ডে সতর্কীকরণ আলো:** 'সার্ভিস ব্রেক সিস্টেম' বা 'ABS' লাইট জ্বলে উঠলে এটি ব্রেক সিস্টেমে কোনো ত্রুটির ইঙ্গিত দেয়। এই আলো উপেক্ষা করা উচিত নয়।

### প্রতিকার

- **নিয়মিত পরীক্ষা:** নিয়মিত ব্রেক ফ্লুইডের মাত্রা পরীক্ষা করুন এবং প্যাড ও রোটরের অবস্থা পর্যবেক্ষণ করুন।
- **লিক পরীক্ষা:** গাড়ির নিচে কোনো তেলের দাগ বা ফুটো আছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
- **যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ:** ব্রেক ফ্লুইড এবং অন্যান্য অংশ নির্দিষ্ট সময় অন্তর সার্ভিসিং করান। ডাস্ট কভার পরিষ্কার রাখুন এবং কোনো ত্রুটি দেখা দিলে দ্রুত মেরামতের ব্যবস্থা নিন।

## ব্রেক সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) ও ব্লিডিং কার্যক্রম

গাড়ির **Brake System**-এর কার্যকারিতা ঠিক রাখার জন্য সময়-সময় **অ্যাডজাস্টমেন্ট (সমন্বয়)** ও **ব্লিডিং (এয়ার বের করা)** করতে হয়। নিচে প্রতিটা ধাপ এবং এর উদ্দেশ্য সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

### ১. ব্রেক অ্যাডজাস্টমেন্ট (Brake Adjustment)

অর্থ-

ব্রেড প্যাড/শো এবং ব্রেক শূ/ড্রাম/ডিস্কসহ অন্যান্য কম্পোনেন্ট ঠিকভাবে বসানো ও সমন্বয় করা যাতে ব্রেক চাপ দিলে ব্রেক সঠিকভাবে কাজ করে এবং অসম প্রেশার না পড়ে।

কেন প্রয়োজন?-

- ব্রেক ব্যবহারের ফলে প্যাড/শোস ধীরে-ধীরে ঘষে ক্ষয় হয়।
- ক্ষয়ের কারণে প্যাড/শোস আর যথেষ্ট ঘর্ষণ তৈরি করতে পারে না।
- ফলে ব্রেকপ্যাড এবং রটার/ড্রাম-এর মধ্যে ফাঁক বাড়ে → ব্রেক লিভার/পেডাল অনেক পাতলা অনুভূত হয়।

কিভাবে করা হয়?-

- ◆ ড্রাম ব্রেক অ্যাডজাস্টমেন্ট
  - ব্রেক ড্রাম খুলে শো-গুলোকে ঠিক অবস্থানে সেট করা।
  - শো আর ড্রাম-এর মধ্যে সামান্য ফাঁক রেখে সমন্বয় করা।
  - সাধারণত এক্সেস হোল দিয়ে অ্যাডজাস্টার স্ক্রু ঘুরিয়ে শো-কে ড্রাম-এর কাছে আনা হয়।
  - প্যাডাল টটল বা হইল ঘুরিয়ে সঠিক টেনশন তৈরি করা হয়।
- ◆ ডিস্ক ব্রেক অ্যাডজাস্টমেন্ট
  - প্যাডাল/ক্যালিপার ঠিকভাবে বসানো, প্যাড লাইন-এ কোন টিলা নেই কি না দেখা।
  - ক্যালিপার/পিষ্টন রিটার্ন ঠিকমত কাজ করছে কি না পরীক্ষা।

ফল-

- ব্রেক প্যাড/শো এবং রটার/ড্রাম-এর মধ্যে ঠিক ফিটিং
- ব্রেক পেডাল-এ প্রতিক্রিয়া দ্রুত ও শক্তিশালী
- গাড়ি নিরাপদে থেমে যায়

### ২. ব্রেক সিস্টেম ব্লিডিং (Bleeding of Brake System)

অর্থ-

ব্রেক-লাইনের ভেতর থেকে **এয়ার বব্বল (Air Bubble)** বের করে দেওয়া এবং পুরনো বা জলভরা ব্রেক ফ্লুইড পরিবর্তন করা।

কেন প্রয়োজন?-

ব্রেক লাইনে এয়ার থাকলে:

- এয়ার কমপ্রেশযোগ্য → ব্রেক পেডাল চাপ দিলে পেডাল ডগার মনে হয়
- ব্রেক ফাংশন লুজ (লঘু/কম কার্যকর)
- ব্রেক ডিসটেন্স বাড়ে → সেফটি ঝুঁকি

কিভাবে ব্লিডিং করা হয়?-

- ◆ প্রসেস:
  - ১ ব্রেক ট্যাঙ্ক/ফ্লুইড রিসারভার-এ পুরনো বা অপরিষ্কৃত ফ্লুইড থাকলে তা বদলানো।
  - ২ হইল ব্লিড নিপেল খোলা।

- ৩ ব্রেক পেডাল ধীরে-ধীরে চাপ দেওয়া।
- ৪ নতুন ব্রেক ফ্লুইড নেমে এয়ার সহ পুরনো ফ্লুইড বের হওয়া পর্যন্ত ব্লিড স্ক্রু-কে খোলা-বন্ধ করে প্রক্রিয়া চালানো।
- ৫ উপরের ট্যাঙ্কে সর্বদা যথেষ্ট নতুন ফ্লুইড রাখার কথা নিশ্চিত করা (এয়ার ইনটেক প্রতিরোধে)।

◆ পদ্ধতি:

- ১ সাধারণত ৪-টি হইলে (FR, FL, RR, RL) ব্লিডিং করা হয়।
- ২ সঠিক সিকোয়েন্স অনুযায়ী (সাধারণত পিছন থেকে সামনের দিকে) ব্লিডিং করা নিরাপদ।
- ৩ ফ্লুইড পরিষ্কার ও বুদ্ধদহীন দেখা পর্যন্ত কাজ চালানো।

ফল-

- ব্রেক লাইনে কোন এয়ার নেই
- পেডাল টাইট ও শক্ত
- ব্রেকিং রেসপন্স দ্রুত
- নিরাপদ গাড়ি থামানো

**প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষাকরণ এবং প্রতিস্থাপন**

গাড়ির ব্রেক সিস্টেম নিরাপত্তার সব থেকে গুরুত্বপূর্ণ অংশ। ঠিকভাবে থামাতে না পারলে দুর্ঘটনার ঝুঁকি বেড়ে যায়। তাই ব্রেক সিস্টেমের প্রধান যন্ত্রাংশগুলো নিয়মিতভাবে পরীক্ষা (Testing) করা হয় এবং যদি প্রয়োজন হয় তবে তা প্রতিস্থাপন (Replace) করা হয়।

১. ব্রেক সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলোর পরিচয়-

ব্রেক সিস্টেমে অনেক উপাদান থাকে, কিন্তু সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি হলো:

- ◆ ব্রেক প্যাড / শূ (Brake Pads / Shoes)
- ◆ ব্রেক রটার / ড্রাম (Brake Rotors / Drums)
- ◆ ক্যালিপার (Caliper)
- ◆ মাস্টার সিলিন্ডার (Master Cylinder)
- ◆ ব্রেক লাইন্স ও হোজ (Brake Lines & Hoses)
- ◆ ব্রেক ফ্লুইড (Brake Fluid)

২. প্রতিটি উপাদান কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?-

ব্রেক প্যাড / শূ

- প্যাডের পুরুত্ব পরীক্ষা করা।
- প্যাড যদি খুব পাতলা হয়ে যায় বা ক্ষয় বেশি হয় → পরিবর্তন করা হবে।
- প্যাড নষ্ট হলে ব্রেকিং দুর্বল হয় বা ধাতুর শব্দ হতে পারে।

ব্রেক রটার / ড্রাম

- রটার/ড্রাম প্রচণ্ড খসখসে, বঁকে বা খুব শক্ত ক্ষয়ের লক্ষণে পরীক্ষা।
- রটার/ড্রাম পাড়লি/ভাইব্রেট করলে তা রিপ্লেস বা রিসারফেস করা হয়।

ক্যালিপার

- ক্যালিপার যদি ফ্লিক্স বা আটকে যায়, পিস্টন ঠিকমতো চলেনা → কার্যকারিতা কমে।
- এমন অবস্থায় ক্যালিপার মেরামত বা প্রতিস্থাপন করতে হয়।

### মাস্টার সিলিন্ডার

- পেডাল চাপ দিলে যদি ফ্লুইড ঠিকমতো চাপ তৈরি না করে → শোষণ বা লিক চেক।
- লিক বা লুজ প্রেসার হলে কম্পোনেন্ট বদলানো বা সার্ভিস করা দরকার।

### ব্রেক লাইন্স ও হোজ

- ফেট, ফাটল, জং বা লিক আছে কি না পরীক্ষা।
- লিক বা ক্ষতিগ্রস্ত লাইন্স থাকলে তা পরিবর্তন করা বাধ্যতামূলক।

### ব্রেক ফ্লুইড

- ফ্লুইডের রঙ ও অবস্থান দেখে বোঝা যায়।
- যদি ফ্লুইড গাঢ়, ময়লা বা গর্তায়িত হয় → ফ্লাশ ও বদলানো হয়।

### ৩. কখন প্রতিস্থাপন করা হয়?-

- প্রতিটি উপাদান পরীক্ষা করার পর নিচের অবস্থায় রিপ্লেস করা হয়:
- খুব বেশি পরিধান বা ক্ষয়
- ফাংশনাল ট্রুটি (যেমন প্যাডাল নরম থাকা, লিক)
- নিরাপত্তা কমে যাওয়া
- বরাবরের মতো ব্রেকিং পারফরমেন্স না পাওয়া

### এই প্রতিস্থাপন কাজগুলো করা হয় যাতে:

- গাড়ির ব্রেক শক্তিশালী থাকে।
- নিরাপদ ও দ্রুত থামতে সাহায্য করে।
- দুর্ঘটনা ও সিস্টেমের ক্ষতি কমে যায়।

### 8. সার্বিক পরীক্ষা-পরীক্ষণ প্রক্রিয়া (Service Brake Inspection Sequence)

- ১ আশেপাশের দৃশ্যগত নিরীক্ষণ — যন্ত্রাংশ খোলা করে দেখা।
- ২ প্যাড/রটার/ড্রাম-এর মাপ — পুরুত্ব, ক্ষয় পর্যবেক্ষণ।
- ৩ হোস/লাইন পরীক্ষণ — ফাটল ও লিক আছে কি না।
- ৪ সিস্টেম ফ্লুইড চেক — স্তর ও মান ঠিক আছে কি না।
- ৫ ড্রাইভ টেস্ট — কাজ করছে কি না বাস্তবে পরীক্ষা।
- ৬ প্রয়োজনীয় অংশ রিপ্লেস ও পুনরায় টেস্ট।

## সেলফ চেক (Self Check) - ৫.১

### বহু নির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ):

১. ব্রেক প্যাডের মূল কাজ কী?  
ক) ইঞ্জিন ঠাণ্ডা রাখা    খ) চাকা ঘূর্ণন করা    গ) চাকার গতি ধীর করা    ঘ) তেল সরবরাহ করা
২. কোন ব্রেক ফ্লুইড ধরনের জন্য সাধারণত ব্যবহার করা হয়?  
ক) উওএও ৩    খ) বাঅউ ১০ড    গ) ২এও অয়েল    ঘ) হাইড্রোলিক অয়েল
৩. ব্রেক মাস্টার সিলিন্ডারের কাজ কী?  
ক) স্টিয়ারিং সহজ করা    খ) ব্রেক ফ্লুইড চাপ সৃষ্টি করা    গ) ইঞ্জিন শুরু করা  
ঘ) হইল অ্যালাইনমেন্ট ঠিক করা
৪. ব্রেক ডিস্কের ক্ষয় বেশি হলে কী হয়?  
ক) ব্রেক শক্তি বৃদ্ধি পায়    খ) চাকা দ্রুত ঘুরে    গ) ব্রেক দুর্বল হয়    ঘ) ইঞ্জিন বেশি তাপিত হয়
৫. পার্কিং ব্রেক মূলত কিসের জন্য ব্যবহার হয়?  
ক) গাড়ি স্টার্ট করার জন্য    খ) গাড়ি স্থির রাখার জন্য    গ) চাকা ঘূর্ণনের জন্য  
ঘ) ব্রেক ফ্লুইড পরীক্ষা করার জন্য

### শূন্যস্থান পূরণঃ

১. ব্রেক সিস্টেমে মূল তরল হলো \_\_\_\_\_।
২. ব্রেক ডিস্ক এবং প্যাডের মধ্যে ঘর্ষণ সৃষ্টি করে \_\_\_\_\_।
৩. হ্যান্ড ব্রেককে আরও পরিচিত নাম দেওয়া হয় \_\_\_\_\_।
৪. ভ্যাকুয়াম অ্যাসিস্ট্যান্ট ব্রেকে চাপ বৃদ্ধির জন্য \_\_\_\_\_ ব্যবহার করে।
৫. ব্রেক লাইন ও হোসে যদি ফাটল থাকে তবে তা \_\_\_\_\_ ঘটতে পারে।

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৫.১

### বহু নির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ):

১. ব্রেক প্যাডের মূল কাজ কী?

উত্তর: গ) চাকার গতি ধীর করা

২. কোন ব্রেক ফ্লুইড ধরনের জন্য সাধারণত ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: ক) উডওয়েল

৩. ব্রেক মাস্টার সিলিন্ডারের কাজ কী?

উত্তর: খ) ব্রেক ফ্লুইড চাপ সৃষ্টি করা

৪. ব্রেক ডিস্কের ক্ষয় বেশি হলে কী হয়?

উত্তর: গ) ব্রেক দুর্বল হয়

৫. পার্কিং ব্রেক মূলত কিসের জন্য ব্যবহার হয়?

উত্তর: খ) গাড়ি স্থির রাখার জন্য

### শূন্যস্থান পূরণ:

১. ব্রেক সিস্টেমে মূল তরল হলো \_\_\_\_\_।

উত্তর: ব্রেক ফ্লুইড

২. ব্রেক ডিস্ক এবং প্যাডের মধ্যে ঘর্ষণ সৃষ্টি করে \_\_\_\_\_।

উত্তর: চাকার গতি ধীর করা

৩. হ্যান্ড ব্রেককে আরও পরিচিত নাম দেওয়া হয় \_\_\_\_\_।

উত্তর: পার্কিং ব্রেক

৪. ভ্যাকুয়াম অ্যাসিস্ট্যান্ট ব্রেকে চাপ বৃদ্ধির জন্য \_\_\_\_\_ ব্যবহার করে।

উত্তর: ভ্যাকুয়াম

৫. ব্রেক লাইন ও হোসে যদি ফাটল থাকে তবে তা \_\_\_\_\_ ঘটতে পারে।

উত্তর: লিকেজ

## জব শীট (Job Sheet) - ৫.১.১

জবের নাম: ব্রেক সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়িটি সমতল স্থানে পার্ক করুন এবং পার্কিং ব্রেক লাগান।
২. গাড়ি জ্যাক ব্যবহার করে উঁচু করুন ও ব্রেক হইলে সহজে পৌঁছানো যায় এমনভাবে প্রস্তুত করুন।
৩. মাস্টার সিলিন্ডারের ঢাকনা খুলে ব্রেক ফ্লুইড লেভেল পরীক্ষা করুন।
৪. ব্রেক ব্লিডার ভালভে স্বচ্ছ পাইপ সংযুক্ত করুন এবং অন্য প্রান্ত কন্টেইনারে রাখুন।
৫. সহকারী চালক ব্রেক প্যাডেল কয়েকবার চাপ দিয়ে ধরে রাখবে।
৬. এরপর ব্লিডার ভালভ আন্সে খুলে দিন, বাতাস ও পুরনো ফ্লুইড বের হবে।
৭. যখন বুদবুদ (air bubble) বন্ধ হবে, ভালভ বন্ধ করুন।
৮. ধাপে ধাপে প্রতিটি চাকায় একই প্রক্রিয়া পুনরাবৃত্তি করুন।
৯. মাস্টার সিলিন্ডারের ফ্লুইড লেভেল নিয়মিত পরীক্ষা করে প্রয়োজনে পূরণ করুন।
১০. শেষে সমস্ত অংশ পরীক্ষা করুন এবং ব্রেক সিস্টেমের কার্যকারিতা যাচাই করুন।

### সর্তকতা:

- সঠিক গ্রেডের ব্রেক ফ্লুইড ব্যবহার করুন।
- ব্রেক লাইনে বাতাস ঢুকতে না দিন।
- কাজ করার সময় ধুলো বা ময়লা ফ্লুইডে পড়তে দেবেন না।
- সব চাকায় এয়ার ব্লিডিং না করা পর্যন্ত ব্রেক প্যাডেল শক্ত হবে না।
- পুরনো ফ্লুইড মাটিতে ফেলবেন না - নির্ধারিত পাত্রে রাখুন।
- কাজ করার সময় অবশ্যই PPE পরিধান করতে হবে।
- সঠিক ভাবে টুলসের ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৫.১.১

জবের নাম: ব্রেক সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহ:

ক্রমিক নং	পিপিই এর নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০২.	এপ্রোন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৩.	মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৪.	হ্যান্ড গ্লাভস	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	জোড়া	০১
০৫.	সেফটি গগলস	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৬.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	জোড়া	০১

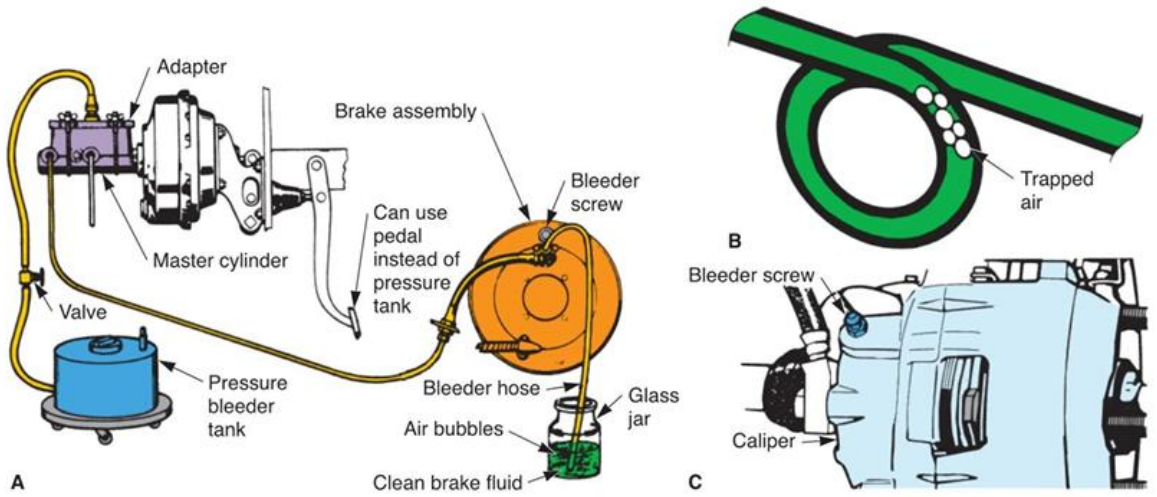
প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

ক্রমিক নং	টুলস ও ইকুপমেন্টসের নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	স্ক্রু ড্রাইভার সেট	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সেট	০১
০২.	টর্ক রেঞ্জ	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৩.	হাইড্রোলিক জ্যাক	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৪.	সকেট রেঞ্জ সেট	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সেট	০১
০৫.	ব্রেক ব্লিডার কিট / স্বচ্ছ প্লাস্টিক পাইপ	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৬.	জ্যাক স্ট্যান্ড	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সেট	০১
০৭.	স্প্যানার সেট	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সেট	০১

প্রয়োজনীয় মেটেরিয়ালস:

ক্রমিক নং	কার্চামালের নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	ব্রেক ফ্লুইড (উঙঞঃ ৩ / উঙঞঃ ৪)	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	লিটার	১
০২.	বোল্ট, নাট	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	লিটার	৪
০৩.	কাপড় / বর্জ্য কটন	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	৫
০৪.	ক্লিনার / ডিজেল	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	গ্রাম	৫০০

ডায়াগ্রামঃ



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ৫.২

শিখন ফল-২: স্টিয়ারিং সিস্টেম সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- স্টিয়ারিং সিস্টেম এবং এর প্রধান উপাদানসমূহ
  - প্রধান উপাদানসমূহের কার্যাবলি
- স্টিয়ারিং সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) সম্পন্নকরণ
- প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষাকরণ এবং প্রতিস্থাপন

### স্টিয়ারিং সিস্টেম

স্টিয়ারিং সিস্টেম হল একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা যা গাড়ির দিক পরিবর্তন করে, চালকের নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে সামনের চাকাগুলির কোণ পরিবর্তন করে। এর মূল কাজগুলো হলো গাড়ির নিয়ন্ত্রণ, স্থিতিশীলতা প্রদান, চালকের ইনপুট চাকা পর্যন্ত প্রেরণ করা, রাস্তার ধাক্কা শোষণ করা এবং নিরাপদ চালনা নিশ্চিত করা। প্রধানত দুই প্রকারের স্টিয়ারিং সিস্টেম দেখা যায়: একটি হলো যান্ত্রিক (যা গিয়ার এবং লিঙ্কেজ ব্যবহার করে) এবং অন্যটি হলো পাওয়ার স্টিয়ারিং, যা চালকের প্রচেষ্টাকে বাড়ানোর জন্য হাইড্রোলিক বা ইলেকট্রিক সাহায্য ব্যবহার করে।

### স্টিয়ারিং সিস্টেম কীভাবে কাজ করে

#### যান্ত্রিক স্টিয়ারিং:

চালক স্টিয়ারিং হুইল ঘোরান, যা একটি স্টিয়ারিং শ্যাফটের মাধ্যমে একটি পিনিয়ন গিয়ারকে ঘোরাযা। এই পিনিয়ন গিয়ারটি একটি স্টিয়ারিং র্যাকের সাথে সংযুক্ত থাকে। পিনিয়ন ঘোরার সাথে সাথে র্যাকটি ডানে বা বামে সরে যায় এবং টাই রডের মাধ্যমে চাকাগুলোকে ঘোরানোর জন্য প্রয়োজনীয় বল প্রয়োগ করে।

#### পাওয়ার স্টিয়ারিং:

এটি একটি সাহায্যক ব্যবস্থা যা হাইড্রোলিক বা বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করে চালকের প্রচেষ্টাকে বহুগুণ বাড়িয়ে দেয়। এর ফলে ভারী গাড়ি চালানো সহজ হয়, বিশেষ করে পার্কিং বা কম গতিতে।

#### হাইড্রোলিক পাওয়ার স্টিয়ারিং:

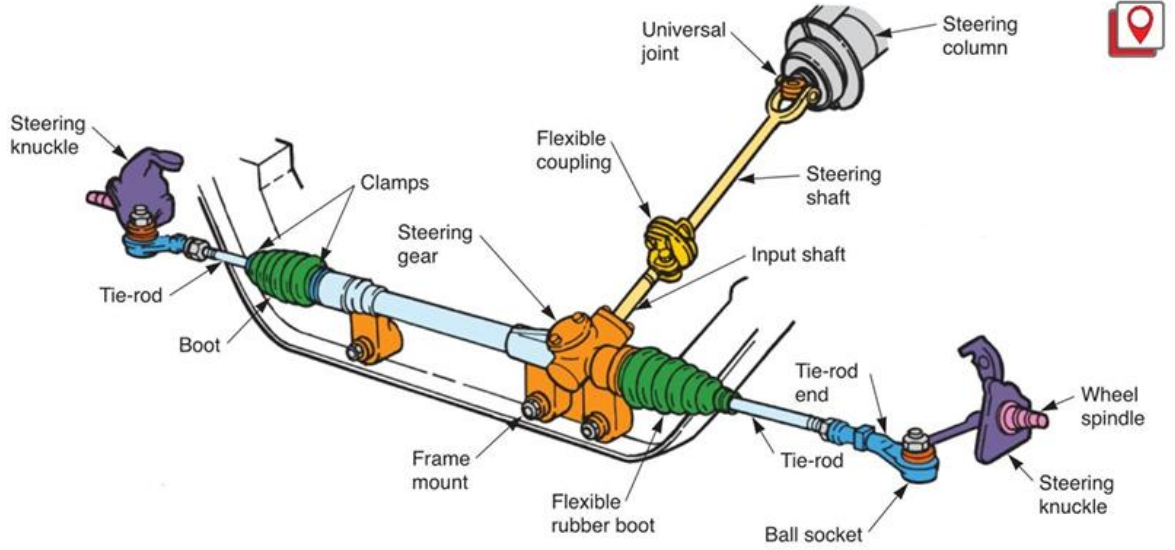
ইঞ্জিন দ্বারা চালিত একটি হাইড্রোলিক পাম্প তরল চাপ তৈরি করে, যা স্টিয়ারিং সাহায্যের জন্য একটি ভালভ ব্যবহার করে একটি সিলিন্ডারে প্রবাহিত হয়। টর্শন বারের "টুইস্ট" যত বেশি হবে, বল তত বেশি হবে।

#### ইলেকট্রিক পাওয়ার স্টিয়ারিং (EPS):

এই আধুনিক সিস্টেমে, একটি বৈদ্যুতিক মোটর সরাসরি স্টিয়ারিং শ্যাফটে শক্তি সরবরাহ করে। এটি হাইড্রোলিক সিস্টেমের চেয়ে বেশি কার্যকর এবং কম শক্তি খরচ করে।

### স্টিয়ারিং সিস্টেমের উপাদানসমূহ এবং এদের কার্যাবলি

- **স্টিয়ারিং হইল:** চালকের ইনপুট প্রদান করে।
- **স্টিয়ারিং শ্যাফট:** হইলের ঘূর্ণন শক্তি শ্যাফটের মাধ্যমে নিচের দিকে প্রেরণ করে।
- **গিয়ারবক্স:** স্টিয়ারিং হইলের ঘূর্ণন শক্তিকে একটি রৈখিক গতিতে রূপান্তরিত করে। এটি র্যাক এবং পিনিয়ন বা অন্য কোনো ধরনের গিয়ার সিস্টেম হতে পারে।
- **লিঙ্কেজ:** এটি স্টিয়ারিং হইল, গিয়ারবক্স এবং চাকাগুলোর মধ্যে একটি সংযোগ স্থাপন করে, যেমন টাই রড, ড্যাগ লিঙ্ক, স্টিয়ারিং আর্ম এবং পিটম্যান আর্ম।
- **পাওয়ার অ্যাসিস্ট:** হাইড্রোলিক পাম্প বা বৈদ্যুতিক মোটর যা স্টিয়ারিং সহায়তার জন্য ব্যবহৃত হয়।
- **পিটম্যান আর্ম:** গিয়ারবক্সের গতি স্টিয়ারিং লিঙ্কেজে স্থানান্তর করে। পিটম্যান আর্মটি গিয়ারবক্স সেক্টর (আউটপুট) শ্যাফটের সাথে স্প্লিন করা হয়। একটি বড় নাট এবং লক ওয়াশার বাহ্যিকভাবে তার শ্যাফটের সাথে সুরক্ষিত করে। পিটম্যান আর্মটির বাইরের প্রান্তটি সাধারণত একটি বল সকেটের মাধ্যমে লিঙ্কেজের সাথে সংযুক্ত থাকে,
- **বল সকেট** দুটি সংযুক্ত অংশের মধ্যে সমস্ত দিকে গতি প্রদান করে। এগুলির প্রয়োজন যাতে চাকাগুলি ঘুরলে বা রুক্ষ রাস্তার উপরিভাগে উপরে এবং নিচে যাওয়ার সময় স্টিয়ারিং সংযোগটি বাঁকানো এবং ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।



**প্রেসার রিলিভ ভালভঃ** একটি পাওয়ার স্টিয়ারিং সিস্টেমে সর্বাধিক তেলের চাপ নিয়ন্ত্রণের জন্য একটি চাপ-ত্রাণ ভালভ ব্যবহার করা হয়। এটি প্রয়োজনের সময় চাপ সীমিত করে সিস্টেমের ক্ষতি রোধ করে।

স্টিয়ারিং সিস্টেমে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দিতে পারে, যার মধ্যে প্রধান কিছু হলো স্টিয়ারিং লুজ হওয়া, অস্বাভাবিক শব্দ হওয়া, গাড়ি একদিকে ঝুঁকে যাওয়া, এবং স্টিয়ারিং ঘোরানো কঠিন হওয়া। এই সমস্যাগুলোর মূল কারণ হতে পারে পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড কমে যাওয়া, টায়ারের ত্রুটিপূর্ণ অ্যালাইনমেন্ট, জীর্ণ টাই রড বা স্টিয়ারিং র্যাক, এবং গিয়ারবক্সের সমস্যা।

**সাধারণ সমস্যা এবং কারণ:**

- **স্টিয়ারিং লুজ বা ঢিলে হওয়া:** গাড়ি ঘোরানোর আগে স্টিয়ারিং হইলে অতিরিক্ত নড়াচড়া দেখা গেলে এটি একটি সম্ভাব্য লক্ষণ।
- **অস্বাভাবিক শব্দ:** মোড় ঘোরানোর সময় "ক্লিক" বা "গ্রাইন্ডিং" শব্দ হলে তা স্টিয়ারিং বক্স বা গিয়ার সিস্টেমের ত্রুটি নির্দেশ করে।

- **গাড়ি একদিকে ঝুঁকে যাওয়া:** সোজা রাস্তায় স্টিয়ারিং হইল ছেড়ে দিলে গাড়ি একদিকে চলে গেলে চাকাগুলো অ্যালাইনমেন্টের বাইরে থাকে।
- **স্টিয়ারিং ঘোরানো কঠিন হওয়া:** অতিরিক্ত ভারী বা শক্ত স্টিয়ারিং পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড কম থাকা বা টায়ারের চাপ কম থাকার কারণে হতে পারে।
- **পাওয়ার স্টিয়ারিং হঠাৎ কাজ না করা:** হঠাৎ করে পাওয়ার স্টিয়ারিং কাজ বন্ধ করে দিলে তা একটি গুরুতর সমস্যা, যা দ্রুত মেকানিকের সাহায্য ছাড়া ঠিক করা কঠিন।

#### সমাধান:

- **পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড পরীক্ষা:** পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড কমে গেলে রিজার্ভারটি পুনরায় পূরণ করুন এবং কোনো লিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করুন।
- **টায়ার চাপ ও অ্যালাইনমেন্ট পরীক্ষা:** সব টায়ারে সঠিক চাপ আছে কিনা এবং চাকাগুলো অ্যালাইনমেন্ট ঠিক আছে কিনা, তা নিশ্চিত করুন।
- **যান্ত্রিক ত্রুটি পরীক্ষা:** টাই রড, স্টিয়ারিং র্যাক বা গিয়ারবক্সের মতো যন্ত্রাংশগুলো পরীক্ষা করুন। যদি কোনো সমস্যা থাকে, তবে একজন পেশাদার মেকানিকের সাহায্য নিন।
- **ইলেকট্রিক স্টিয়ারিং:** যদি আপনার গাড়িতে ইলেকট্রিক পাওয়ার স্টিয়ারিং থাকে, তাহলে ফিউজ, তার ও সংযোগগুলো পরীক্ষা করুন অথবা গাড়িটি রিস্টার্ট করে দেখুন।

গুরুত্বপূর্ণ: স্টিয়ারিং সিস্টেমের সমস্যাকে অবহেলা করা উচিত নয়, কারণ এটি সরাসরি ড্রাইভিং নিরাপত্তা প্রভাবিত করে। কোনো সমস্যা দেখা দিলে দ্রুত একজন পেশাদার মেকানিকের কাছে নিয়ে যাওয়া উচিত।

#### স্টিয়ারিং লিঙ্কেজ উপাদানসমূহ-

ক্ষয়ের লক্ষণগুলির জন্য সাবধানতার সাথে পরীক্ষা করুন। স্টিয়ারিং লিঙ্ক-বক্সের উপাদানগুলিতে ক্ষয়ের সাধারণ লক্ষণগুলির মধ্যে রয়েছে:

১. আইডলার বাহতে অতিরিক্ত খেলা।
২. বল সকেটে ঢিলেঢালা ভাব।
৩. জীর্ণ টাই-রড।
৪. ক্ষয়প্রাপ্ত অ্যাডজাস্টার টিউব।
৫. বাঁকানো সেন্টার লিঙ্ক।
৬. জীর্ণ পিটম্যান আর্ম স্প্লাইন।
৭. অযৌক্তিকভাবে সামঞ্জস্য করা বাদাম।
৮. টাই-রডগুলিতে ক্ষয়প্রাপ্ত জয়েন্ট।
৯. আলাদা মাউন্টিং বোল্ট।

#### স্টিয়ারিং সিস্টেমের সমন্বয় (অ্যাডজাস্টমেন্ট) সম্পন্নকরণ

গাড়ির স্টিয়ারিং সিস্টেমটি চালকের নির্দেশ অনুযায়ী চাকাগুলিকে নির্দিষ্ট দিক পরিবর্তন করার জন্য দায়ী। সিস্টেমটি ঠিকভাবে কাজ না করলে গাড়ি সোজা বজায় থাকে না, ড্রাইভিং দুর্বল ও ঝুঁকিপূর্ণ হয়ে যায়। তাই স্টিয়ারিং সিস্টেমের অ্যাডজাস্টমেন্ট বা সমন্বয় করা হয়, যাতে এটি সর্বোচ্চ কার্যকারিতা ও নিরাপত্তা প্রদান করতে পারে।

#### ১. স্টিয়ারিং সিস্টেম অ্যাডজাস্টমেন্ট মানে কী?-

স্টিয়ারিং সিস্টেমের সমন্বয় বলতে বোঝায়:

- ◆ সিস্টেমের বিভিন্ন উপাদানগুলোকে সঠিক অবস্থায় সেট করা
- ◆ চাকাগুলোর অ্যালাইনমেন্ট বা কৌণিক অবস্থান সঠিক করা

- ◆ স্টিয়ারিং হইল থেকে চাকাগুলোর প্রত্যাশিত প্রতিক্রিয়া নিশ্চিত করা
- ◆ ড্রাইভার যখন ঘুরছেন, তখন গাড়ির চাকাগুলো ঠিকভাবে কাজ করে কি না তা ঠিক করা — যাতে গাড়ি সোজাসুজি চলে এবং ড্রাইভারকে কম পরিশ্রম করতে হয়।

## ২. কেন স্টিয়ারিং অ্যাডজাস্টমেন্ট করা হয়?

নিরাপত্তা ও নিয়ন্ত্রণ বৃদ্ধি

স্টিয়ারিং সিস্টেম ঠিকমত অ্যাডজাস্ট না হলে:

- গাড়ি সরল পথে থাকলেও বাঁক নেয়া কঠিন হয়
- স্টিয়ারিং হইল সোজা না থাকলে গাড়ি এক পাশে টেনে নেয়
- অতিরিক্ত ড্রাইভার শক্তি লাগে, বিশেষ করে উচ্চ গতিতে বা খারাপ রাস্তায়
- টায়ারের অসম ঘষা/ক্ষয় হয়
- গাড়ির স্থিতিশীলতা ও সুরক্ষা কমে যায়

তাই স্টিয়ারিং অ্যাডজাস্টমেন্ট করা হয় যাতে গাড়ি নিরাপদভাবে, স্থিরভাবে ও কম পরিশ্রমে চালানো যায়।

## ৩. কী কী বিষয় অ্যাডজাস্ট বা সমন্বয় করা হয়?

- ◆ চাকা অ্যালাইনমেন্ট (Wheel Alignment)

স্টিয়ারিং ও Suspension-এর সাথে চাকাগুলোর কোণ ঠিক করে দেওয়া হয় — এর মধ্যে আছে:

- **কাস্টার (Caster)** – স্টিয়ারিং এক্সিসের কোণ, যা গাড়িকে সোজা রাখতেও সাহায্য করে।
- **ক্যাম্বার (Camber)** – চাকাগুলোর উপরের অংশ কতটা ভিতরে বা বাইরে ঝুঁকে থাকে।
- **টো (Toe)** – যে কোণে চাকাগুলো সামনে দিকে তাকাচ্ছে।

এই তিনটি অ্যাঙ্গেল ঠিক হলে গাড়ি সোজা চলে, চাকা সমানভাবে ঘষে ও স্টিয়ারিং আরো নিয়ন্ত্রিত হয়।

- ◆ স্টিয়ারিং লিংকেজ/রয়াক এডজাস্টমেন্ট

স্টিয়ারিং রড, টাই-রড ও রয়াক-এন্ড-পিনিয়ন বা সিমিলার লিংকেজগুলো ঠিক অবস্থায় আছে কি না, সেগুলোও লক্ষ করা হয় এবং সঠিক করে দেওয়া হয় যাতে হইল ডাইরেক্টলি ড্রাইভারের ইনপুটে সঠিকভাবে প্রতিক্রিয়া দেয়।

- ◆ পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড/সিস্টেম চেক

পাওয়ার স্টিয়ারিং থাকলে ফ্লুইডের পরিমাণ, পাম্প ও হোস সঠিক আছে কি না তা প্রাথমিকভাবে পরীক্ষা করা হয়। কম ফ্লুইড বা ক্ষতিগ্রস্ত হোস থাকলে সেগুলোকে ঠিক করতে হয়।

## ৪. কখন স্টিয়ারিং সমন্বয় প্রয়োজন হয়?

- ◆ নতুন টায়ারের পরে
- ◆ বড় গর্তে ধাক্কা খাওয়া পর
- ◆ স্টিয়ারিং হইল সোজা না থাকা বা গাড়ি একপাশে টানলে
- ◆ স্টিয়ারিং সিস্টেমে বড় কিছু মেরামত/বদলানোর পর

এই সব অবস্থায় স্টিয়ারিং অ্যাডজাস্টমেন্ট করা জরুরি। (Exclusive Steering)

## ৫. অ্যাডজাস্টমেন্টের পরে কী ঘটে?

- ✓ গাড়ির স্টিয়ারিং সোজা ও স্থির থাকে
- ✓ ড্রাইভিং আরও নিরাপদ ও আরামদায়ক হয়
- ✓ টায়ারের অসাম্য ক্ষয় কমে
- ✓ গাড়ি সঠিকভাবে বাঁক নিতে পারে

- ✓ চালকের কম পরিশ্রমে হইল নিয়ন্ত্রণ করা যায়
- এর ফলে গাড়ির সেবার মেয়াদ, স্থায়িত্ব ও নিরাপত্তা সব উন্নত হয়।

### প্রধান উপাদানসমূহ পরীক্ষাকরণ এবং প্রতিস্থাপন

‘স্টিয়ারিং সিস্টেম-এর প্রধান উপাদান পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন’ অর্থ হলো:

- গাড়ির স্টিয়ারিং সিস্টেমের মূল অংশগুলোর কার্যকারিতা এবং অবস্থান পরীক্ষা করা, এবং
  - যদি কোন অংশ ঠিকভাবে কাজ করছে না বা ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে, তাহলে সেটিকে নতুন বা ভালো অংশ দিয়ে বদলে দেওয়া।
- এটি গাড়ির চালনা, নিয়ন্ত্রণ ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য অত্যন্ত প্রয়োজনীয়।

#### ১. কোন কোন উপাদান পরীক্ষা করা হয়?

স্টিয়ারিং সিস্টেমে অনেক উপাদান থাকে, তবে সাধারণভাবে নিচেরগুলো প্রধান অংশ হিসেবে দেখা হয়:

- ◆ স্টিয়ারিং হইল ও শাক্ট
- ◆ স্টিয়ারিং গিয়ার বক্স / র‍্যাক-এন্ড-পিনিয়ন
- ◆ টাই রড ও টাই রড এন্ড
- ◆ পাওয়ার স্টিয়ারিং পাম্প ও হোস/লাইন
- ◆ (যদি থাকে) স্টিয়ারিং মোটর বা ইলেকট্রিক পাস সিস্টেম

#### ২. পরীক্ষা (Testing) করার উদ্দেশ্য-

স্টিয়ারিং সিস্টেমের উপাদানগুলো পরীক্ষা করার প্রধান কারণগুলো হলো:

- ✓ কার্যকারিতা যাচাই
  - প্রতিটি উপাদান কি ঠিকভাবে কাজ করছে?
  - ঘুরানোর সময় চাকাগুলো কি প্রত্যাশিত প্রতিক্রিয়া দেখাচ্ছে?
- ✓ ক্ষয়/দুর্বলতা বা লিক আছে কি না
  - লোস বা টিলা অংশ আছে কি না?
  - স্টিয়ারিং পাম্প বা হোস থেকে কোন তেল লিক হচ্ছে কি না। ([tpub.com](http://tpub.com))
- ✓ আশেপাশের অংশের অবস্থা
  - স্টিয়ারিং লিঙ্কেজ-এ কোন বল-এন্ড-সকেট বা জয়েন্ট খারাপ হয়ে গিয়েছে কি না। ([tpub.com](http://tpub.com))
- ✓ স্টিয়ারিং গিয়ারবক্সের অবস্থা
  - স্টিয়ারিং গিয়ারতে অতিরিক্ত টিলা বা ক্ষয় আছে কি না।
  - এতে স্টিয়ারিং হইলে বেশি ফ্রি-প্লে (looseness) অনুভূত হলে পরীক্ষা করার প্রয়োজন। ([sts.parts](http://sts.parts))

#### ৩. কিভাবে পরীক্ষা করা হয়?

- ◆ **ভিজুয়াল ইন্সপেকশন (চোখে দেখা)**
  - ভাগে-ভাগে অংশগুলোর অবস্থা খেয়াল করা।
  - স্টিয়ারিং হোস, গিয়ারবক্স, জয়েন্ট বা পাম্প-এ কোন ফাটল, জং বা তেল লিক আছে কি না দেখা।
- ◆ **ম্যানুয়াল মুভমেন্ট টেস্ট**
  - স্টিয়ারিং হইল ঘোরানো ও লিঙ্কেজ-এ টিলা বা খারাপ অংশ আছে কি না চেক করা। ([tpub.com](http://tpub.com))
- ◆ **ডাইভ টেস্ট বা রোড টেস্ট**
  - গাড়ি চালিয়ে দেখলে স্টিয়ারিং-এ টিলা, ঝাঁকুনি, হইল সোজা না থাকা বা কন্ট্রোল হারানো ইত্যাদি বোঝা যায়।

#### ৪. কখন অংশ প্রতিস্থাপন (Replace) করা হয়?-

যখন পরীক্ষা করার পরে নিচের কোন ঘটনাটি পাওয়া যায় — তখন প্রতিস্থাপন করা হয়:

- ✓ অংশে অত্যধিক ক্ষয় বা টিলা রয়েছে
- ✓ কোনো অংশের অ্যাকচুয়াল কর্মক্ষমতা কমে গেছে

- ✓ তেল লিক বা হোস ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে
- ✓ স্টিয়ারিং পারফরম্যান্সে বিপজ্জনক লক্ষণ দেখা যাচ্ছে

যেমন:

- ◆ স্টিয়ারিং গিয়ারবক্সে টিলা বা বাজছে
- ◆ টাই রড-এন্ড বা জয়েন্ট টিলা হয়ে গেছে
- ◆ পাওয়ার স্টিয়ারিং পাম্প লিক করছে
- ◆ র‍্যাক বা সমন্বয় অংশ ক্ষতিগ্রস্ত - তখন এগুলোকে পরীক্ষার ভিত্তিতে বদলে দিতে হয়।

প্রতিস্থাপনের পরে কি হয়?

- ◆ নতুন অংশ বসানোর পরে আবার পুরো সিস্টেম যাচাই করা হয়
- ◆ স্টিয়ারিং গিয়ার বা পাম্প ঠিক আছে কি না পরীক্ষিত হয়
- ◆ প্রয়োজনে স্টিয়ারিং অ্যাডজাস্টমেন্ট ও আলাইনমেন্ট করা হয়
- ◆ গাড়ি সাধারণ রোড-টেস্টে পরীক্ষিত হয় যাতে সব ঠিকভাবে কাজ করে তাহলেই কাজ সম্পন্ন হয়।

## সেলফ চেক (Self Check) - ৫.২

### (ক) সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. স্টিয়ারিং সিস্টেমের কাজ কী?
২. পাওয়ার স্টিয়ারিং কীভাবে কাজ করে?
৩. স্টিয়ারিং গিয়ার বক্সের কাজ কী?
৪. র‍্যাক অ্যান্ড পিনিয়ন কী?
৫. স্টিয়ারিং ভারী হলে কারণ কী হতে পারে?

### (খ) শূন্যস্থান পূরণঃ

১. স্টিয়ারিং সিস্টেম গাড়ির \_\_\_\_\_ পরিবর্তন করে।
২. পাওয়ার স্টিয়ারিং এ \_\_\_\_\_ শক্তি ব্যবহৃত হয়।
৩. র‍্যাক অ্যান্ড পিনিয়ন একটি \_\_\_\_\_ প্রকার স্টিয়ারিং।
৪. স্টিয়ারিং হইল দিয়ে চালক \_\_\_\_\_ নিয়ন্ত্রণ করে।
৫. স্টিয়ারিং সিস্টেমের তেল কমে গেলে স্টিয়ারিং \_\_\_\_\_ হয়ে যায়।

### (গ) বহুনির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ):

১. স্টিয়ারিং সিস্টেমের কাজ কী?  
ক) গতি বৃদ্ধি                      খ) দিক পরিবর্তন                      গ) ব্রেক নিয়ন্ত্রণ                      ঘ) ফুয়েল সরবরাহ
২. পাওয়ার স্টিয়ারিং কোন শক্তি ব্যবহার করে?  
ক) যান্ত্রিক                      খ) বৈদ্যুতিক বা হাইড্রোলিক                      গ) ঘর্ষণ                      ঘ) তাপ
৩. নিচের কোনটি স্টিয়ারিং অংশ নয়?  
ক) টাই রড                      খ) পিটম্যান আর্ম                      গ) ক্র্যাংক শ্যাফট                      ঘ) ইডলার আর্ম
৪. র‍্যাক অ্যান্ড পিনিয়ন হলো —  
ক) স্টিয়ারিং গিয়ার                      খ) ইঞ্জিনের অংশ                      গ) ক্লাচ অংশ                      ঘ) ব্রেক অংশ
৫. স্টিয়ারিং তেল কমে গেলে কী হবে?  
ক) গাড়ি বন্ধ হয়ে যাবে                      খ) স্টিয়ারিং ভারী হবে                      গ) গতি বাড়বে                      ঘ) ব্রেক ফেল করবে

## উত্তরপত্র (Answer Sheet) – ৫.২

### (ক) সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. স্টিয়ারিং সিস্টেমের কাজ কী?

উত্তর: গাড়ির চাকাগুলোর দিক পরিবর্তন করে গাড়ি চালকের নিয়ন্ত্রণে রাখা।

২. পাওয়ার স্টিয়ারিং কীভাবে কাজ করে?

উত্তর: এটি হাইড্রোলিক বা ইলেকট্রিক শক্তির সাহায্যে স্টিয়ারিং ঘোরানো সহজ করে।

৩. স্টিয়ারিং গিয়ার বক্সের কাজ কী?

উত্তর: ঘূর্ণন শক্তিকে রৈখিক শক্তিতে রূপান্তর করে চাকায প্রেরণ করে।

৪. র‍্যাক অ্যান্ড পিনিয়ন কী?

উত্তর: এটি এক ধরনের স্টিয়ারিং গিয়ার যা স্টিয়ারিং ঘূর্ণনকে চাকায পৌঁছায়।

৫. স্টিয়ারিং ভারী হলে কারণ কী হতে পারে?

উত্তর: পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইড কমে যাওয়া বা পাম্পে ত্রুটি থাকা।

### (খ) শূন্যস্থান পূরণঃ

১. স্টিয়ারিং সিস্টেম গাড়ির \_\_\_\_\_ পরিবর্তন করে।

উত্তর: দিক

১. পাওয়ার স্টিয়ারিং এ \_\_\_\_\_ শক্তি ব্যবহৃত হয়।

উত্তর: হাইড্রোলিক / ইলেকট্রিক

২. র‍্যাক অ্যান্ড পিনিয়ন একটি \_\_\_\_\_ প্রকার স্টিয়ারিং।

উত্তর: গিয়ার

৩. স্টিয়ারিং হইল দিয়ে চালক \_\_\_\_\_ নিয়ন্ত্রণ করে।

উত্তর: গাড়ি।

৪. স্টিয়ারিং সিস্টেমের তেল কমে গেলে স্টিয়ারিং \_\_\_\_\_ হয়ে যায়।

উত্তর: ভারী

### (গ) বহনির্বাচনী প্রশ্ন (MCQ):

১. স্টিয়ারিং সিস্টেমের কাজ কী?

খ) দিক পরিবর্তন

২. পাওয়ার স্টিয়ারিং কোন শক্তি ব্যবহার করে?

খ) বৈদ্যুতিক বা হাইড্রোলিক

৩. নিচের কোনটি স্টিয়ারিং অংশ নয়?  
গ) ক্র্যাংক শ্যাফট

৪। রয়াক অ্যান্ড পিনিয়ন হলো —  
ক) স্টিয়ারিং গিয়ার

৫. স্টিয়ারিং তেল কমে গেলে কী হবে?  
খ) স্টিয়ারিং ভারী হবে

## জবশীট (Job Sheet) - ৫.২.১

জবের নামঃ স্টিয়ারিং সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহঃ

১. গাড়ি সমতল স্থানে পার্ক করুন এবং পার্কিং ব্রেক লাগান।
২. ইঞ্জিন বন্ধ করে স্টিয়ারিং সিস্টেমের বাইরের অংশ পরিদর্শন করুন।
৩. স্টিয়ারিং হুইল ঘুরিয়ে দেখুন কোনো অস্বাভাবিক শব্দ হচ্ছে কিনা।
৪. স্টিয়ারিং গিয়ার বক্স, টাই রড, ও বল জয়েন্ট পরীক্ষা করুন।
৫. প্রয়োজনে বল জয়েন্টে গ্রিজ দিন।
৬. পাওয়ার স্টিয়ারিং ফ্লুইডের লেভেল পরীক্ষা করুন।
৭. ফ্লুইড লেভেল কম থাকলে নির্ধারিত গ্রেডের তেল যোগ করুন।
৮. সব নাট-বোল্ট ঠিকভাবে টাইট করুন।
৯. টেস্ট ড্রাইভের মাধ্যমে স্টিয়ারিং এর কার্যকারিতা পরীক্ষা করুন।
১০. সমস্ত অংশ পরিষ্কার করে রিপোর্ট লিখুন।

### সতর্কতাঃ

- ✓ গাড়ি জ্যাক করার আগে পার্কিং ব্রেক নিশ্চিত করুন।
- ✓ পাওয়ার স্টিয়ারিং তেলের লিকেজ পরীক্ষা করুন।
- ✓ স্টিয়ারিং লিংকেজের নাট আলগা রাখবেন না।
- ✓ গাড়ি চালানোর আগে স্টিয়ারিং ফ্লুইড লেভেল চেক করুন।
- ✓ তেল মাটিতে ফেলবেন না, নিরাপদে নিষ্পত্তি করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৫.২.১

জবের নামঃ স্টিয়ারিং সিস্টেম সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহঃ

ক্রমিক নং	পিপিই এর নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	হেলমেট	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০২.	এপ্রোন	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৩.	মাস্ক	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৪.	হ্যান্ড গ্লাভস	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	জোড়া	০১
০৫.	সেফটি গগলস	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	সংখ্যা	০১
০৬.	সেফটি সু	স্ট্যান্ডার্ড মাপ অনুযায়ী	জোড়া	০১

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টঃ

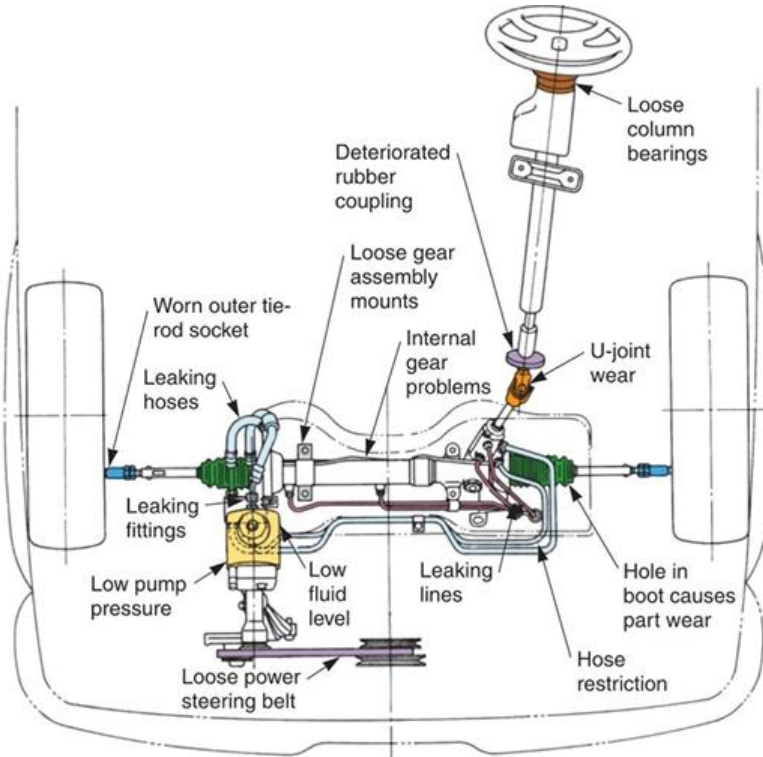
ক্রমিক নং	টুলস ও ইকুপমেন্টের নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	স্ক্রু ড্রাইভার সেট	স্ট্যান্ডার্ড আকারে	সেট	০১

০২.	টর্ক রেঞ্জ	স্টান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৩.	হাইড্রোলিক জ্যাক	স্টান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৪.	সকেট রেঞ্চ সেট	স্টান্ডার্ড আকারে	সেট	০১
০৫.	গ্রিজ গান	স্টান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	০১
০৬.	জ্যাক স্ট্যান্ড	স্টান্ডার্ড আকারে	সেট	০১
০৭.	স্প্যানার সেট	স্টান্ডার্ড আকারে	সেট	০১

**প্রয়োজনীয় মেটেরিয়ালস:**

ক্রমিক নং	কার্চামালের নাম	স্পেসিফিকেশন	একক	পরিমাণ
০১.	পাওয়ার স্টিয়ারিং অয়েল	স্টান্ডার্ড আকারে	লিটার	২
০২.	বোল্ট, নাট	স্টান্ডার্ড আকারে	লিটার	৪
০৩.	কাপড় / বর্জ্য কটন	স্টান্ডার্ড আকারে	সংখ্যা	৫
০৪.	ক্লিনার / ডিজেল	স্টান্ডার্ড আকারে	গ্রাম	৫০০

**ডায়াগ্রামঃ**



## মডিউল-৬

মডিউলঃ সাসপেনশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা  
SICIP-TRA-AAM-06-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

## মডিউল-৬

মডিউল শিরোনাম: সাসপেনশন সিস্টেম সার্ভিসিং করা

ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-06-O

নোমিনাল আওয়ার: ৪০ ঘন্টা।

### মডিউলের বিবরণ:

এই মডিউলটিতে সাসপেনশন সিস্টেম সার্ভিসিং করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা ও সার্ভিস করা, স্প্রিং পরীক্ষা ও সার্ভিস করা, টর্শন বার ও স্ট্যাভিলাইজার বার পরীক্ষা ও সার্ভিস করা, এবং বুশ ও মাউন্টিংস পরীক্ষা ও সার্ভিস করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

শিখন ফল: মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরা:

- শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।
  - স্প্রিং পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।
- টর্শন বার ও স্ট্যাভিলাইজার বার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।
- বুশ ও মাউন্টিংস পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।

### অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:

১. শক অ্যাবজরবারের বিভিন্ন প্রকার শনাক্ত করা হয়েছে।
২. শক অ্যাবজরবারের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৩. শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
৪. লিফ স্প্রিংয়ের উপাদানসমূহ শনাক্ত করা হয়েছে।
৫. লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিংয়ের বিভিন্ন প্রকার শনাক্ত করা হয়েছে।
৬. লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিংয়ের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৭. লিফ স্প্রিংয়ের সার্ভিসিং কার্যক্রম সম্পন্ন করা হয়েছে।
৮. লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
৯. টর্শন বার ও স্ট্যাভিলাইজার বারের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
১০. টর্শন বার ও স্ট্যাভিলাইজার বারের সার্ভিসিং কার্যক্রম সম্পন্ন করা হয়েছে।
১১. টর্শন বার ও স্ট্যাভিলাইজার বার পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
১২. বুশ ও মাউন্টিংসের বিভিন্ন প্রকার শনাক্ত করা হয়েছে।
১৩. বুশ ও মাউন্টিংসের কার্যাবলি বর্ণনা করা হয়েছে।
১৪. বুশ ও মাউন্টিংস পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet) - ৬.১

শিখন ফল-১: শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

সাসপেনশন সিস্টেম

- শক অ্যাবজরবার এবং এর বিভিন্ন প্রকার
- শক অ্যাবজরবারের কার্যাবলি
- শক অ্যাবজরবার পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

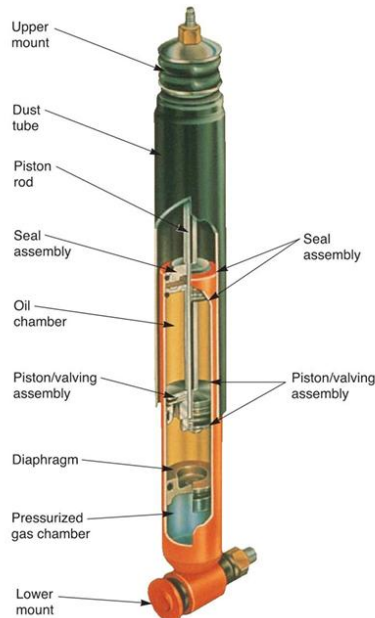
### সাসপেনশন সিস্টেম

গাড়ির একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা যা চাকা এবং গাড়ির মূল কাঠামোর মধ্যে সংযোগ স্থাপন করে। এর মূল কাজ হলো রাস্তার অসমতা বা গর্তের কারণে সৃষ্ট ঝাঁকুনি, কম্পন এবং ধাক্কা শোষণ করা, যাতে গাড়ির যাত্রী এবং মালামাল সুরক্ষিত থাকে এবং চালক আরামদায়কভাবে গাড়ি চালাতে পারেন। এই সিস্টেমটি গাড়িকে মসৃণভাবে চলতে সাহায্য করে এবং এর স্থিতিশীলতা বজায় রাখে। সহজভাবে বললে- যে পদ্ধতির মাধ্যমে রাস্তায় উৎপন্ন ঝাঁকুনি বা আঘাত শোষণ করে যাত্রী ও মালামাল রক্ষা করে, নিরাপদ ও আরামদায়ক যাত্রায় ভূমিকা রাখে তাকে সাসপেনশন সিস্টেম বলে।

সাসপেনশন সিস্টেমের প্রধান কাজ:

- ঝাঁকুনি শোষণ: উঁচু-নিচু রাস্তা বা গর্তে পড়লে যে ঝাঁকুনি হয়, তা শোষণ করে যাত্রীদের আরাম দেয়।
- স্থিতিশীলতা রক্ষা: মোড় ঘোরার সময় বা খারাপ রাস্তায় গাড়ি যেন নিয়ন্ত্রণে থাকে, তা নিশ্চিত করে।
- গাড়ির সুরক্ষা: গাড়ির বডি এবং অন্যান্য যন্ত্রাংশকে অতিরিক্ত চাপ ও ক্ষয় থেকে রক্ষা করে।

গাড়ির সাসপেনশন সিস্টেম মূলত দুই ধরনের: স্বাধীন সাসপেনশন (Independent Suspension) এবং নির্ভরশীল সাসপেনশন (Dependent Suspension) বা সলিড এক্সেল সাসপেনশন। স্বাধীন সাসপেনশনে প্রতিটি চাকা একে অপরের থেকে স্বাধীনভাবে চলাচল করতে পারে, যা মসৃণ যাত্রা ও উন্নত হ্যান্ডলিং প্রদান করে, যেমন ম্যাকফারসন স্ট্রাট বা



ডাবল উইশবোন ডিজাইন। অন্যদিকে, নির্ভরশীল সাসপেনশনে একই এক্সেলের চাকাগুলো একে অপরের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং একটি চাকার নড়াচড়া অন্য চাকাকেও প্রভাবিত করে, যা সাধারণত ট্রাক বা ভারী যানবাহনে ব্যবহৃত হয়।

## ১. স্বাধীন সাসপেনশন (Independent Suspension)

- **বৈশিষ্ট্য:** এই সিস্টেমে প্রতিটি চাকা নিজস্ব উপায়ে ওঠানামা করতে পারে।
- **সুবিধা:** মসৃণ এবং আরামদায়ক যাত্রা, উন্নত ট্র্যাকশন বা রাস্তা ধরে রাখার ক্ষমতা এবং ভালো হ্যান্ডলিং বা নিয়ন্ত্রণ।
- **প্রকারভেদ:** ম্যাকফারসন স্ট্রট (MacPherson Strut) এবং ডাবল উইশবোন (Double Wishbone) সাসপেনশন এর উদাহরণ।

## ২. নির্ভরশীল সাসপেনশন (Dependent Suspension)

- **বৈশিষ্ট্য:** এই সিস্টেমে একটি এক্সেলের দুটি চাকা একটি সলিড এক্সেল বা বিম দ্বারা যুক্ত থাকে, তাই একটি চাকা উপরে উঠলে অন্য চাকাও কিছুটা প্রভাবিত হয়।
- **সুবিধা:** ডিজাইন সহজ এবং শক্তিশালী, যা কম খরচ ও বেশি লোড বহনের জন্য উপযোগী।
- **ব্যবহার:** সাধারণত ভারী যানবাহন, ট্রাক এবং এসইউভি-এর মতো গাড়িতে এর ব্যবহার দেখা যায়।

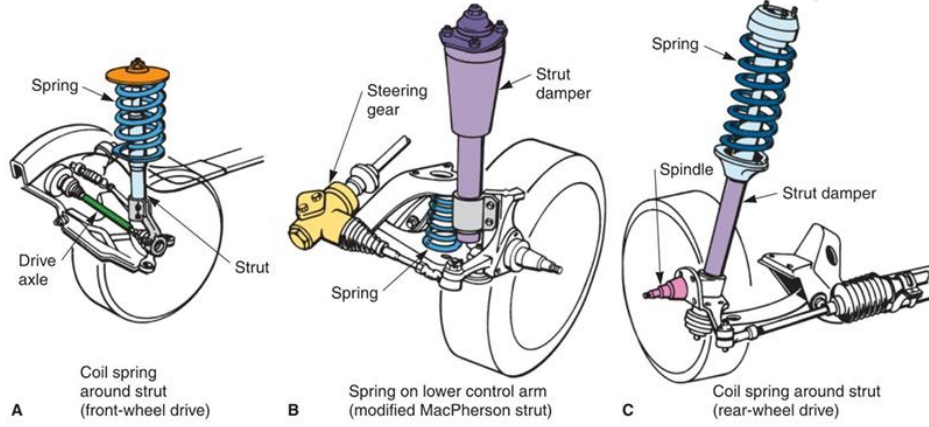
**শক অ্যাবজর্ভারবার:** শক অ্যাবজর্ভার একটি যন্ত্র যা ডাম্পিং নামে পরিচিত একটি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে অবাস্তিত সোরিং গতি নিয়ন্ত্রণ করে। শক অ্যাবজর্ভার হাইড্রোলিক তরলের মাধ্যমে কম্পনের মাত্রা কমিয়ে দেয়। পিস্টন নিচের দিকে যাওয়ার সাথে সাথে প্রধান চেম্বার থেকে সর্বাধিক ফ্লুইড পিস্টন ভালভের মধ্য দিয়ে উপরে চলে যায় এবং বাকি ফ্লুইড বেস ভালভের মাধ্যমে জলাধারে চলে যায়। পিস্টন উপরের দিকে যাওয়ার সাথে সাথে পিস্টন ভালভের উপরে তরল সংকুচিত হয় এবং উপর থেকে তরল পিস্টন ভালভের মধ্য দিয়ে নিচে চলে যায়। পিস্টনের উপরের দিকে যাওয়ার ফলে তৈরি ভ্যাকুয়ামের কারণে, জলাধার থেকে তরল বেস ভালভের মাধ্যমে প্রধান চেম্বারে চলে যায়।

**কয়েল ওভার:** কয়েল ওভার শক অ্যাবজর্ভার হলো এমন একটি সাসপেনশন যন্ত্রাংশ, যেখানে শক অ্যাবজর্ভারের চারপাশে একটি কয়েল স্প্রিং স্থাপন করা থাকে এবং দুটো একসাথে কাজ করে রাস্তার ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করে গাড়িকে স্থিতিশীল ও আরামদায়ক রাখে।

অর্থাৎ, এটি হলো শক অ্যাবজর্ভার ও কয়েল স্প্রিং-এর সমন্বিত একটি ইউনিট, যা গাড়ির উচ্চতা, নিয়ন্ত্রণ এবং আরাম একসাথে নিশ্চিত করে।

**স্ট্রট টাইপ:** এমন একধরনের সাসপেনশন সিস্টেম যেখানে শক অ্যাবজর্ভার এবং স্প্রিং একত্রে একটি ইউনিট হিসেবে কাজ করে, যা সরাসরি গাড়ির বডি ও চাকার সঙ্গে যুক্ত থাকে।

এটি গাড়ির ওজন বহন করে, ধাক্কা শোষণ করে এবং স্টিয়ারিং নিয়ন্ত্রণে সহায়তা করে। আধুনিক গাড়িগুলোর সামনের চাকার সাসপেনশন হিসেবে সাধারণত ম্যাকফারসন স্ট্রট (MacPherson Strut) ব্যবহৃত হয়।



### ত্রুটিসমূহ:

#### তেল লিকেজ (Oil Leakage):

শক অ্যাবজরবারের ভিতরের তেল সিল বা রাবার নষ্ট হয়ে বাইরে বেরিয়ে আসে।

ফলাফল: শক অ্যাবজরবার সঠিকভাবে কাজ করে না এবং গাড়ি দুলে।

#### অতিরিক্ত কম্পন বা দোলন (Excessive Vibration or Bouncing):

স্প্রিং সংকুচিত হওয়ার পর শক অ্যাবজরবার যথাযথভাবে নিয়ন্ত্রণ করতে না পারলে গাড়ি অতিরিক্ত দুলে ওঠে।

কারণ: শক অ্যাবজরবারের তেল বা গ্যাস দুর্বল হয়ে যাওয়া

#### অস্বাভাবিক শব্দ (Unusual Noise):

চালানোর সময় ধাক্কায় “ঠক ঠক” বা “ঘ্যাক ঘ্যাক” শব্দ হয়।

কারণ: বল্টু ঢিলা, বুশিং নষ্ট, বা অভ্যন্তরীণ অংশ ক্ষতিগ্রস্ত।

#### গাড়ি এক পাশে হেলে যাওয়া (Vehicle Tilting to One Side):

এক পাশের শক অ্যাবজরবার দুর্বল হয়ে গেলে গাড়ি ঐ পাশে নিচু হয়ে যায়।

ফলাফল: ভারসাম্য নষ্ট হয়ে নিয়ন্ত্রণ কমে যায়।

#### ব্রেক করার সময় গাড়ি সামনের দিকে ঝুঁকে পড়া (Nose Diving):

ব্রেক করার সময় গাড়ির সামনের অংশ হঠাৎ নিচু হয়ে যায়।

কারণ: সামনের শক অ্যাবজরবার দুর্বল বা লিক হওয়া।

#### টায়ার অসমভাবে ক্ষয় (Uneven Tire Wear):

শক অ্যাবজরবার ঠিকভাবে কাজ না করলে টায়ার রাস্তার সাথে সঠিকভাবে সংস্পর্শে থাকতে পারে না।

ফলাফল: টায়ারের একপাশ দ্রুত ক্ষয় হয়।

#### গাড়ির নিয়ন্ত্রণ কমে যাওয়া (Poor Handling or Stability):

বাক নেওয়ার সময় বা স্পিডে গাড়ি অনিয়ন্ত্রিত মনে হয়।

কারণ: শক অ্যাবজরবার পর্যাপ্ত ড্যাম্পিং সরবরাহ করতে পারছে না।

**শক অ্যাবজরবারে গ্যাস বা তেল কমে যাওয়া:**

সময় অতিবাহিত হলে ভিতরের গ্যাস বা তেল কমে যায়।

ফলাফল: ড্যাম্পিং ক্ষমতা কমে যায় এবং গাড়ি বেশি দুলে।

**শক অ্যাবজরবারের মাউন্টিং টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত:**

নাট-বল্ট বা মাউন্ট রাবার নষ্ট হলে ধাক্কায় শব্দ হয় এবং অ্যাবজরবার সঠিকভাবে কাজ করতে পারে না।

**রড বঁকা হয়ে যাওয়া (Bent Rod):**

অতিরিক্ত ধাক্কা বা দুর্ঘটনার ফলে শক অ্যাবজরবারের রড বঁকা হয়ে যায়, ফলে পিস্টন চলাচল বাধাগ্রস্ত হয়।

**শক অ্যাবজরবার-এর প্রকারভেদ**

নিচে দুই প্রকারের শক অ্যাবজরবার - (i) Air type এবং (ii) Oil type shock absorber সম্পর্কে বিস্তারিত বর্ণনা দেয়া হলো-

**(i) Air Type Shock Absorber (এয়ার টাইপ শক অ্যাবজরবার):**

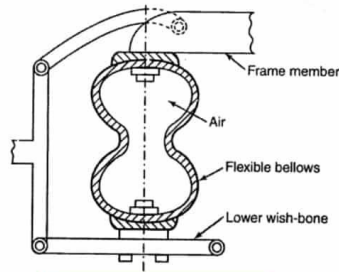
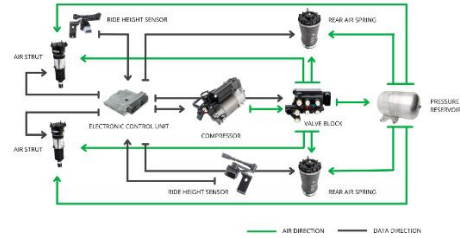


Figure Bellow type air spring



এয়ার টাইপ শক অ্যাবজরবার এমন একটি শক শোষণ ব্যবস্থা যেখানে বায়ুচাপ (Compressed Air) ব্যবহার করে গাড়ির ঝাঁকুনি ও কম্পন নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

**গঠন ও প্রধান অংশসমূহ**

- এয়ার চেম্বার বা এয়ার ব্যাগ
- পিস্টন ও সিলিন্ডার
- এয়ার ভালভ
- কম্প্রেসড এয়ার সাপ্লাই সিস্টেম
- সিল ও সংযোগ অংশ

**কার্যপ্রণালী**

রাস্তার অসমতা বা গর্তের কারণে চাকা উপরে-নিচে নড়াচড়া করলে শক অ্যাবজরবারের ভেতরের বায়ু সংকুচিত বা প্রসারিত হয়। এই বায়ুচাপ পিস্টনের গতি নিয়ন্ত্রণ করে এবং অতিরিক্ত ঝাঁকুনি শোষণ করে নেয়। প্রয়োজনে এয়ার প্রেসার বাড়ানো বা কমানো যায়, ফলে গাড়ির উচ্চতা ও আরাম নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয়।

**ব্যবহার ও সুবিধা**

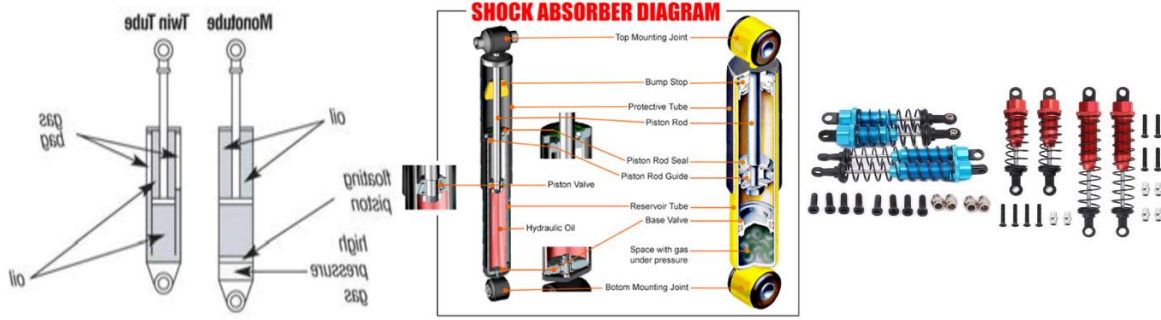
- বিলাসবহুল ও আধুনিক যানবাহনে বেশি ব্যবহৃত
- লোড অনুযায়ী সাসপেনশন সমন্বয় করা যায়

- আরামদায়ক ও মসৃণ চলাচল নিশ্চিত করে
- গাড়ির স্থিতিশীলতা ও নিয়ন্ত্রণ বৃদ্ধি করে

#### সীমাবদ্ধতা

- গঠন জটিল ও রক্ষণাবেক্ষণ ব্যয়বহুল
- এয়ার লিক হলে কার্যকারিতা কমে যায়
- দক্ষ মেকানিক প্রয়োজন

#### (ii) Oil Type Shock Absorber (অয়েল টাইপ শক অ্যাবজর্বার)



অয়েল টাইপ শক অ্যাবজর্বার হলো সবচেয়ে প্রচলিত শক অ্যাবজর্বার, যেখানে হাইড্রোলিক তেল ব্যবহার করে কম্পন ও ঝাঁকুনি শোষণ করা হয়।

গঠন ও প্রধান অংশসমূহ

- সিলিন্ডার
- পিস্টন
- হাইড্রোলিক তেল
- ভালভ সিস্টেম
- সিল ও গ্যাসকেট

#### কার্যপ্রণালী

চাকা উপরে-নিচে চলাচল করলে পিস্টন সিলিন্ডারের ভেতরে ওঠানামা করে। এতে তেল ছোট ছিদ্র বা ভালভের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এই প্রবাহে প্রতিরোধ সৃষ্টি হয়, যা ঝাঁকুনি ও কম্পন শোষণ করে গাড়িকে স্থিতিশীল রাখে।

ব্যবহার ও সুবিধা

- সাধারণ যাত্রীবাহী ও বাণিজ্যিক যানবাহনে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত
- গঠন সহজ ও নির্ভরযোগ্য
- রক্ষণাবেক্ষণ সহজ এবং খরচ কম
- দীর্ঘদিন কার্যকর থাকে

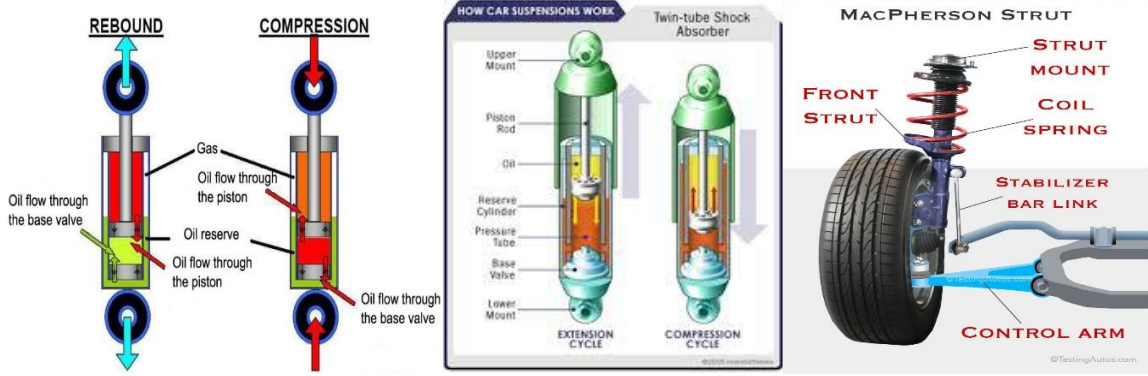
#### সীমাবদ্ধতা

- অতিরিক্ত তাপ সৃষ্টি হলে তেলের কার্যকারিতা কমে যেতে পারে
- এয়ার টাইপের তুলনায় আরাম কিছুটা কম
- লোড অনুযায়ী উচ্চতা পরিবর্তন করা যায় না

একজন অটো মেকানিককে শক অ্যাবজর্বারের ধরন, গঠন, কার্যপ্রণালী, সুবিধা ও সীমাবদ্ধতা ভালোভাবে জানা প্রয়োজন, যাতে সঠিকভাবে পরিদর্শন, ত্রুটি নির্ণয়, রক্ষণাবেক্ষণ ও প্রতিস্থাপন করা যায়।

## শক অ্যাবজর্বারের কার্যাবলি-

নিচে **Shock Absorber**—এর প্রধান কার্যাবলি (Functions) বর্ণনা করা হলো-



### ১. ঝাঁকুনি ও কম্পন শোষণ করা

রাস্তার গর্ত, উঁচু-নিচু বা অসমতার কারণে সৃষ্ট ঝাঁকুনি ও কম্পন শক অ্যাবজর্বার শোষণ করে। এর ফলে গাড়ির বডি অতিরিক্ত দোলন থেকে রক্ষা পায়।

### ২. গাড়ির স্থিতিশীলতা বজায় রাখা

শক অ্যাবজর্বার চাকার ওঠানামা নিয়ন্ত্রণ করে গাড়িকে ভারসাম্যপূর্ণ রাখে। এতে হঠাৎ ব্রেক বা বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি নিয়ন্ত্রণে থাকে।

### ৩. চাকা ও রাস্তার সংযোগ নিশ্চিত করা

চাকা যেন সব সময় রাস্তার সাথে সংযুক্ত থাকে তা নিশ্চিত করে শক অ্যাবজর্বার। এতে ব্রেকিং ও স্টিয়ারিংয়ের কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়।

### ৪. যাত্রীদের আরাম বৃদ্ধি করা

ঝাঁকুনি কমিয়ে শক অ্যাবজর্বার যাত্রীদের জন্য আরামদায়ক যাত্রা নিশ্চিত করে, বিশেষ করে দীর্ঘ পথ চলাচলের সময়।

### ৫. গাড়ির যন্ত্রাংশ রক্ষা করা

অতিরিক্ত কম্পন ও ধাক্কা কমিয়ে এটি সাসপেনশন সিস্টেম, স্টিয়ারিং সিস্টেম এবং গাড়ির বডির অন্যান্য যন্ত্রাংশকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে।

### ৬. দোলন ও বাউন্সিং নিয়ন্ত্রণ করা

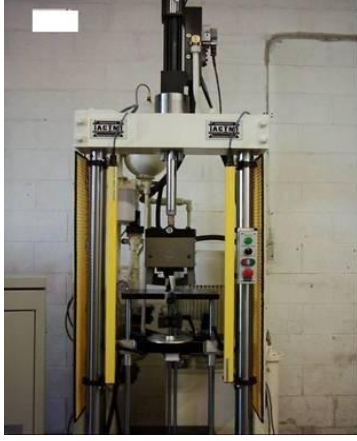
স্প্রিংয়ের কারণে গাড়ি অতিরিক্ত দোল খাওয়া বা লাফানো (Bouncing) রোধ করে শক অ্যাবজর্বার এবং দ্রুত স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরিয়ে আনে।

### ৭. নিরাপদ চালনা নিশ্চিত করা

গাড়ির নিয়ন্ত্রণ ও স্থিতিশীলতা বাড়ানোর মাধ্যমে দুর্ঘটনার ঝুঁকি কমায় এবং নিরাপদ ড্রাইভিং নিশ্চিত করে।

## Shock absorber পরীক্ষাকরন এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

শক অ্যাবজর্বার হলো সাসপেনশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা গাড়ির ঝাঁকুনি ও কম্পন শোষণ করে। তাই এর সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করার জন্য নিয়মিত পরীক্ষা (Testing) এবং প্রয়োজন হলে প্রতিস্থাপন (Replacement) করা অত্যন্ত জরুরি।



### ১. শক অ্যাবজর্বার পরীক্ষার পদ্ধতি

অটো মেকানিক প্রথমে গাড়ি নিরাপদভাবে স্থির করে শক অ্যাবজর্বার পরিদর্শন করেন। পরীক্ষার সময় নিম্নলিখিত বিষয়গুলো লক্ষ্য করা হয়—

- শক অ্যাবজর্বারের গায়ে তেল লিকেজ আছে কি না
- শক বডিতে ফাটল, বাঁকা হওয়া বা ক্ষয় রয়েছে কি না
- মাউন্টিং বোল্ট ও বুশ টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত কি না
- গাড়ি চাপ দিলে অতিরিক্ত দোলন বা বাউন্সিং করছে কি না
- রোড টেস্টের সময় অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন অনুভূত হচ্ছে কি না

এই পরীক্ষার মাধ্যমে শক অ্যাবজর্বারের কার্যকারিতা নির্ণয় করা হয়।

### ২. ত্রুটি সনাক্তকরণ

যদি দেখা যায় শক অ্যাবজর্বার ঝাঁকুনি ঠিকমতো শোষণ করতে পারছে না, অতিরিক্ত দোলন হচ্ছে, তেল লিক করছে অথবা শব্দ সৃষ্টি করছে—তবে সেটিকে ত্রুটিপূর্ণ হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

### ৩. প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন

ত্রুটি গুরুতর হলে বা মেরামতের মাধ্যমে সমাধান সম্ভব না হলে শক অ্যাবজর্বার প্রতিস্থাপন করা হয়। প্রতিস্থাপনের সময়—

- প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মান অনুযায়ী সঠিক শক অ্যাবজর্বার নির্বাচন করা হয়
- পুরাতন শক অ্যাবজর্বার খুলে নতুনটি সঠিকভাবে বসানো হয়
- বোল্ট ও নাট নির্দিষ্ট টর্ক অনুযায়ী টাইট করা হয়

### ৪. প্রতিস্থাপনের পর পরীক্ষা

নতুন শক অ্যাবজর্বার লাগানোর পর গাড়ির উচ্চতা, স্থিতিশীলতা ও দোলন পুনরায় পরীক্ষা করা হয় এবং প্রয়োজনে রোড টেস্টের মাধ্যমে নিশ্চিত করা হয় যে শক অ্যাবজর্বার সঠিকভাবে কাজ করছে।

এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে একজন শিক্ষার্থী বা অটো মেকানিক শিখতে পারে কীভাবে শক অ্যাবজর্বার পরীক্ষা, ত্রুটি নির্ণয়, সার্ভিসিং এবং প্রয়োজন হলে প্রতিস্থাপন করতে হয়, যা গাড়ির আরাম, নিয়ন্ত্রণ ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করে।

## সেলফ চেক (Self Check)-৬.১

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. সাসপেনশন সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?  
ক) ইঞ্জিন চালানো খ) রাস্তার ধাক্কা শোষণ করা গ) গিয়ার পরিবর্তন করা ঘ) তেল সরবরাহ করা
২. শক অ্যাবজরবারের কাজ কী?  
ক) গতি নিয়ন্ত্রণ করা খ) ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করা গ) ব্রেক প্রয়োগ করা ঘ) ইঞ্জিন ঠান্ডা করা
৩. লিফ স্প্রিং সাধারণত কোন গাড়িতে ব্যবহৃত হয়?  
ক) অটো রিকশা খ) মোটরসাইকেল গ) প্রাইভেট কার ঘ) ভারী ট্রাক
৪. সাসপেনশন সিস্টেমের মূল উপাদান কোনটি?  
ক) পিস্টন খ) কার্বুরেটর গ) স্প্রিং ঘ) রেডিয়েটর
৫. বল জয়েন্ট কোথায় ব্যবহৃত হয়?  
ক) ব্রেক সিস্টেমে খ) সাসপেনশন সিস্টেমে গ) ফুয়েল সিস্টেমে ঘ) ইঞ্জিন সিস্টেমে
৬. কয়েল স্প্রিং তৈরি হয় কোন উপাদান দিয়ে?  
ক) প্লাস্টিক খ) রাবার গ) অ্যালুমিনিয়াম ঘ) স্টিল
৭. সাসপেনশন সিস্টেমের সার্ভিসের সময় কী পরীক্ষা করা হয়?  
ক) কুল্যান্ট লেভেল খ) স্প্রিং ও শক অ্যাবজরবার গ) ব্যাটারি ভোল্টেজ ঘ) ফুয়েল প্রেসার
৮. সাসপেনশন সিস্টেমের ত্রুটি হলে কী ঘটে?  
ক) গাড়ি স্টার্ট নেয় না খ) গাড়ির নিয়ন্ত্রণ কমে যায় গ) তেল কমে যায় ঘ) ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে যায়
৯. হইল অ্যালাইনমেন্টের সঙ্গে কোন সিস্টেমের সম্পর্ক আছে?  
ক) সাসপেনশন খ) কুলিং গ) ফুয়েল ঘ) ইগনিশন
১০. শক অ্যাবজরবারে সাধারণত কোন তরল পদার্থ থাকে?  
ক) তেল খ) পানি গ) পেট্রোল ঘ) এয়ার

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. সাসপেনশন সিস্টেমের উদ্দেশ্য কী?
২. কয়েল স্প্রিং কীভাবে কাজ করে?
৩. লিফ স্প্রিং বলতে কী বোঝায়?
৪. শক অ্যাবজরবারের কাজ কী?
৫. বল জয়েন্টের কার্যপ্রণালী সংক্ষেপে লেখ।
৬. সাসপেনশন সার্ভিসের সময় কোন কোন বিষয় পরীক্ষা করা হয়?
৭. হইল অ্যালাইনমেন্ট কেন প্রয়োজন?
৮. সাসপেনশন সিস্টেমে বুশিং কেন ব্যবহার করা হয়?
৯. ফ্রন্ট ও রিয়ার সাসপেনশন-এর মধ্যে পার্থক্য কী?
১০. সাসপেনশন সার্ভিস শেষে কীভাবে টেস্ট করা হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.১

### বহুমুখী প্রশ্নঃ

১. খ) রাস্তার ধাক্কা শোষণ করা
২. খ) ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করা
৩. ঘ) ভারী ট্রাক
৪. গ) স্প্রিং
৫. খ) সাসপেনশন সিস্টেমে
৬. ঘ) স্টিল
৭. খ) স্প্রিং ও শক অ্যাবজরবার
৮. খ) গাড়ির নিয়ন্ত্রণ কমে যায়
৯. ক) সাসপেনশন
১০. ক) তেল

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. **উত্তর:** সাসপেনশন সিস্টেমের উদ্দেশ্য হলো রাস্তার ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করে যাত্রীদের আরামদায়ক যাত্রা নিশ্চিত করা এবং গাড়ির নিয়ন্ত্রণ ও স্থিতিশীলতা বজায় রাখা।
২. **উত্তর:** কয়েল স্প্রিং ধাক্কা লাগলে সংকুচিত হয়ে এবং পরে প্রসারিত হয়ে রাস্তার ধাক্কা শোষণ করে, ফলে গাড়ির বডি স্থিতিশীল থাকে।
৩. **উত্তর:** লিফ স্প্রিং হলো পাতলা স্টিল পাত একত্রে সাজানো একটি স্প্রিং যা ভারী গাড়ির ধাক্কা ও লোড বহন করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
৪. **উত্তর:** শক অ্যাবজরবার স্প্রিংয়ের অতিরিক্ত দোলন বা কম্পন নিয়ন্ত্রণ করে এবং গাড়িকে স্থিতিশীল রাখে।
৫. **উত্তর:** বল জয়েন্ট এক প্রান্তে গোলাকার বল ও সকেটের মাধ্যমে সংযুক্ত থাকে, যা চাকাকে উপরে-নিচে এবং ডানে-বামে নড়াচড়া করতে সাহায্য করে।
৬. **উত্তর:** স্প্রিং, শক অ্যাবজরবার, বুশিং, বল জয়েন্ট, টাই রড এন্ড, ও মাউন্টিং পয়েন্টগুলো পরীক্ষা করা হয়।
৭. **উত্তর:** হইল অ্যালাইনমেন্ট সঠিক না থাকলে টায়ার অসমভাবে ক্ষয় হয় ও গাড়ির নিয়ন্ত্রণ কমে যায়। তাই সঠিক দিকনির্দেশ ও ভারসাম্যের জন্য অ্যালাইনমেন্ট প্রয়োজন।
৮. **উত্তর:** বুশিং কম্পন ও শব্দ শোষণ করে এবং ধাতব অংশের ঘর্ষণ কমায়ে, ফলে সংযোগ মসৃণ থাকে।
৯. **উত্তর:** ফ্রন্ট সাসপেনশন গাড়ির সামনের চাকায় ব্যবহৃত হয় এবং স্টিয়ারিং নিয়ন্ত্রণে সাহায্য করে, আর রিয়ার সাসপেনশন পিছনের চাকায় ব্যবহৃত হয়ে লোড বহন করে।
১০. **উত্তর:** সার্ভিস শেষে গাড়ি টেস্ট ড্রাইভ করে রাস্তার ধাক্কায়ে গাড়ির স্থিতিশীলতা, কম্পন ও শব্দ পর্যবেক্ষণ করে সিস্টেম ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা যাচাই করা হয়।

## জব শিট (Job Sheet)-৬.১.১

জবের নাম: শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি সমতল স্থানে স্থাপন করে হ্যান্ড ব্রেক টানতে হবে।
২. গাড়িকে জ্যাক দিয়ে নিরাপদভাবে উত্তোলন করতে হবে।
৩. সংশ্লিষ্ট চাকা খুলে ফেলতে হবে।
৪. শক অ্যাবজরবারের উপরের ও নিচের নাট-বল্টু খুলতে হবে।
৫. পুরনো শক অ্যাবজরবার খুলে বাইরে আনতে হবে।
৬. শক অ্যাবজরবার হাতে চাপ দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে — সহজে ঢুকে ধীরে ধীরে বের হলে ঠিক আছে।
৭. যদি তেল লিকেজ, টিলা বা অস্বাভাবিক শব্দ দেখা যায়, তবে শক অ্যাবজরবার পরিবর্তন করতে হবে।
৮. প্রয়োজন হলে নতুন শক অ্যাবজরবার স্থাপন করতে হবে।
৯. নাট-বল্টু সঠিক টর্কে টাইট করতে হবে।
১০. চাকা পুনরায় লাগিয়ে গাড়ি নিচে নামাতে হবে।
১১. গাড়ি চালিয়ে টেস্ট ড্রাইভ করতে হবে এবং কম্পন বা ধাক্কার অবস্থা পরীক্ষা করতে হবে।

### সতর্কতা:

১. গাড়ি উত্তোলনের আগে হ্যান্ড ব্রেক টানতে হবে।
২. কাজের সময় গ্লাভস ও সেফটি গ্লাস ব্যবহার করতে হবে।
৩. শক অ্যাবজরবার খুলতে বা লাগাতে অতিরিক্ত বল প্রয়োগ করা যাবে না।
৪. গাড়ি নিচে নামানোর আগে সকল নাট-বল্টু ঠিকভাবে টাইট করা হয়েছে কিনা নিশ্চিত হতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৬.১.১

জবের নাম: শক অ্যাবজরবার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহ:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

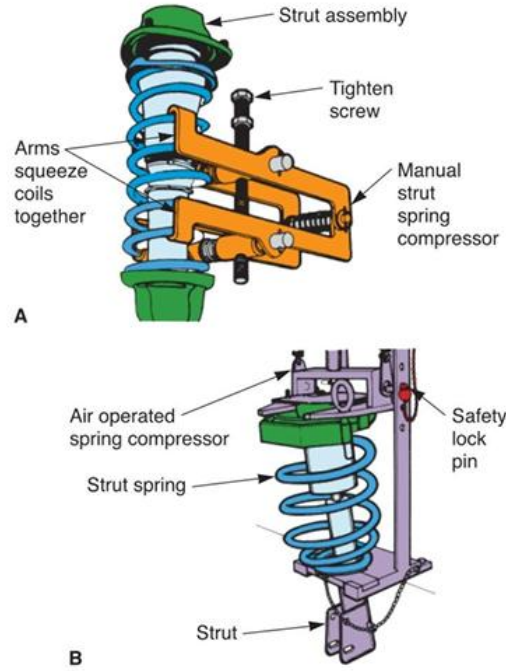
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ

- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্চ সেট
- গ্রিজ গান
- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

**প্রয়োজনীয় কাঁচামাল সমূহ:**

- হাইড্রোলিক অয়েল
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- রাবার বুশ

**ডায়াগ্রাম:**



**নোটঃ** স্ট্রাট অ্যাসেম্বলি থেকে স্প্রিং সরানোর জন্য স্প্রিং কম্প্রেসার প্রয়োজন।

A-পোর্টেবল স্ট্রট স্প্রিং কম্প্রেসার-প্রেসার।

B-বেঞ্চ-মাউন্টেড স্ট্রট স্প্রিং কম্প্রেসার।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৬.২

### শিখন ফল-২: স্প্রিং পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

#### বিষয়বস্তু (Contents):

- লিফ স্প্রিং এবং এর উপাদানসমূহ
- লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিংয়ের প্রকারভেদ
- লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিংয়ের কার্যাবলি
- লিফ স্প্রিংয়ের সার্ভিসিং কার্যক্রম
- লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

#### লিফ স্প্রিং

লিফ স্প্রিং হলো এক ধরনের সাসপেনশন সিস্টেম, যা মূলত যানবাহনের বাঁকুনি শোষণ এবং স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে ব্যবহৃত হয়। এটি সাধারণত একাধিক পাতলা, বাঁকানো ইস্পাতের পাতা দিয়ে তৈরি হয়, যা একটির উপর অন্যটি স্তরে স্তরে সাজানো থাকে। যখন যানবাহন একটি বাঁকুনি বা অসম পৃষ্ঠের উপর দিয়ে যায়, তখন লিফ স্প্রিং বেকে যায় এবং শক শোষণ করে, যা যাত্রীদের জন্য একটি মসৃণ যাত্রা নিশ্চিত করে।

#### লিফ স্প্রিং-এর উপাদানসমূহ (Components of Leaf Spring):

লিফ স্প্রিং হলো যানবাহনের সাসপেনশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা গাড়ির ওজন বহন, রাস্তার ধাক্কা শোষণ এবং চাকার সাথে বডি'র সঠিক সংযোগ বজায় রাখতে সহায়তা করে। একটি লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি বিভিন্ন উপাদান নিয়ে গঠিত, যেগুলো সঠিকভাবে সনাক্ত করা ও বোঝা জরুরি। প্রধান উপাদানসমূহ নিচে বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো—

#### ১. মেইন লিফ (Main Leaf)

মেইন লিফ হলো লিফ স্প্রিং-এর সবচেয়ে বড় ও উপরের পাত। এর দুই প্রান্তে আই (Eye) থাকে, যার মাধ্যমে এটি চ্যাসিস বা ফ্রেমের সাথে যুক্ত থাকে। মেইন লিফ পুরো লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলিকে ধরে রাখে এবং গাড়ির ওজন বহনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

#### ২. সেকেন্ডারি লিফ বা গ্র্যাজুয়েটেড লিফ (Secondary/Graduated Leaves)

মেইন লিফের নিচে অবস্থিত ছোট ছোট পাতগুলোকে সেকেন্ডারি বা গ্র্যাজুয়েটেড লিফ বলা হয়। এগুলো ধাপে ধাপে ছোট আকারের হয় এবং ওজন ও ধাক্কা সমানভাবে বণ্টন করতে সাহায্য করে। ভারী লোড পড়লে এগুলো কার্যকরভাবে সাপোর্ট প্রদান করে।

#### ৩. আই (Eye)

মেইন লিফের দুই প্রান্তে গোলাকার যে অংশ থাকে তাকে আই বলা হয়। এর ভিতরে বুশ বসানো থাকে। আই-এর মাধ্যমে লিফ স্প্রিং গাড়ির ফ্রেম বা হ্যাঞ্জারের সাথে সংযুক্ত হয় এবং স্প্রিংকে নড়াচড়া করার সুযোগ দেয়।

## ৪. বুশ (Bush)

আই-এর ভিতরে বসানো রাবার বা ব্রোঞ্জের তৈরি অংশকে বুশ বলা হয়। এটি ঘর্ষণ কমায়, কম্পন শোষণ করে এবং আই ও পিনের ক্ষয় রোধ করে। ভালো বুশ থাকলে সাসপেনশন মসৃণভাবে কাজ করে।

## ৫. সেন্টার বোল্ট (Center Bolt)

সব লিফ পাতকে একত্রে ধরে রাখার জন্য মাঝখানে যে বোল্ট ব্যবহৃত হয় তাকে সেন্টার বোল্ট বলা হয়। এটি লিফগুলোকে সঠিক অবস্থানে রাখে এবং অ্যাক্সেলের সাথে স্প্রিং-এর অবস্থান নির্ধারণে সহায়তা করে।

## ৬. ক্লিপ বা রিবাউন্ড ক্ল্যাম্প (Clips / Rebound Clamp)

লিফ স্প্রিং-এর পাশের দিকে লাগানো ধাতব ক্লিপগুলোকে রিবাউন্ড ক্ল্যাম্প বলা হয়। এগুলো লিফ পাতগুলোকে সোজা ও সারিবদ্ধ রাখে এবং চলাচলের সময় পাত আলাদা হয়ে যাওয়া প্রতিরোধ করে।

## ৭. ইউ-বোল্ট (U-Bolt)

ইউ-বোল্টের মাধ্যমে লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি অ্যাক্সেলের সাথে শক্তভাবে আটকানো থাকে। এটি সাসপেনশন সিস্টেমকে স্থিতিশীল রাখে এবং গাড়ির নিরাপদ চলাচল নিশ্চিত করে।

## ৮. স্প্রিং সিট বা স্যাডল (Spring Seat / Saddle)

স্প্রিং সিট হলো অ্যাক্সেলের উপর অবস্থিত একটি ধাতব অংশ, যার উপর লিফ স্প্রিং বসে। এটি লোড সমানভাবে বিতরণ করতে সাহায্য করে এবং লিফ স্প্রিংকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখে।

## কার্যকারিতা

- যানবাহন যখন কোনো অসম রাস্তায় চলে, তখন চাকা উপরে-নিচে নড়াচড়া করে। এই ঝাঁকুনি লিফ স্প্রিং পর্যন্ত পৌঁছায়।
- এই সময়, লিফ স্প্রিং বেকে যায় এবং শকের শক্তি শোষণ করে নেয়।
- ঝাঁকুনি চলে গেলে লিফ স্প্রিং আবার তার আগের অবস্থানে ফিরে আসে।
- এই প্রক্রিয়ার মাধ্যমে লিফ স্প্রিং গাড়িটিকে স্থিতিশীল রাখে এবং যাত্রীদের আরাম দেয়।



## চিত্র: লিফ স্প্রিং-এর উপাদানগুলি চিহ্নিতকরণ

লিফ স্প্রিং-এর সমস্যাগুলো হলো গাড়ি অতিরিক্ত লাফানো, ঝাঁকুনি, ভারসাম্যহীনতা বা দুর্লুনি (বিশেষ করে বাঁক নেওয়ার সময়)। এর সাধারণ কারণগুলো হলো স্প্রিং-এর কোনো পাতা ভেঙে যাওয়া, মরিচা পড়া, বুশিং বা শ্যাকল (shackle) ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া, এবং সেন্টার বোল্ট বা ইউ-বোল্ট (U-bolt) ঢিলা হয়ে যাওয়া। লিফ স্প্রিং-এর সমস্যা সমাধানে সাধারণত স্প্রিং, বুশিং, শ্যাকল, এবং বোল্ট প্রতিস্থাপন করার প্রয়োজন হয়।

লিফ স্প্রিং-এর সাধারণ সমস্যা এবং লক্ষণ

- **গাড়ির ভারসাম্যহীনতা ও অতিরিক্ত ঝাঁকুনি:** বাম্প বা অসম রাস্তার উপর দিয়ে যাওয়ার সময় গাড়ি বেশি ঝাঁকি খায় বা লাফায়।
- **গাড়ির দুর্লুনি:** বাঁক নেওয়ার সময় বা লেন পরিবর্তন করার সময় গাড়ি অস্বাভাবিকভাবে দোলে বা ভেসে যায়।
- **স্প্রিং-এর পাতা ভেঙে যাওয়া:** যদি স্প্রিং-এর কোনো একটি পাতা ভেঙে যায়, তাহলে গাড়ির পেছনের অংশ বুলে যেতে পারে এবং অতিরিক্ত ঝাঁকুনি হতে পারে।
- **মরিচা পড়া বা ক্ষয় হওয়া:** দীর্ঘ সময় ধরে ব্যবহারের ফলে লিফ স্প্রিং-এর মরিচা ধরতে পারে এবং এর শক্তি কমে যেতে পারে।
- **বুশিং বা শ্যাকল (shackle) ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া:** লিফ স্প্রিং-এর সাথে যুক্ত রাবার বুশিং বা শ্যাকল ছিঁড়ে গেলে বা নষ্ট হয়ে গেলে শব্দ হতে পারে এবং গাড়ির নিয়ন্ত্রণ কমে যেতে পারে।
- **সেন্টার বোল্ট বা ইউ-বোল্ট ঢিলা হয়ে যাওয়া:** স্প্রিং-এর মধ্যভাগের বোল্ট বা ইউ-বোল্ট ঢিলা হয়ে গেলে স্প্রিং-এর পাতার মধ্যে ফাটল দেখা দিতে পারে।

## সমস্যা সমাধানের উপায়

- **ক্ষতিগ্রস্ত অংশ প্রতিস্থাপন:** ভাঙা পাতা, পুরনো বুশিং, বা ক্ষতিগ্রস্ত শ্যাকল নতুন করে প্রতিস্থাপন করতে হবে।
- **সব অংশ জোড়ায় জোড়ায় প্রতিস্থাপন:** লিফ স্প্রিংয়ের যেকোনো একটি অংশ নষ্ট হয়ে গেলে, উভয় পাশের অংশ জোড়ায় জোড়ায় প্রতিস্থাপন করা উচিত, কারণ এতে গাড়ির ভারসাম্য ঠিক থাকে।
- **সাহায্যকারী স্প্রিং ব্যবহার:** যদি গাড়িটি বেশি ভারি জিনিস বহন করে, তাহলে অতিরিক্ত সাহায্যকারী স্প্রিং (helper spring) ব্যবহার করা যেতে পারে, যা গাড়ির পেছনের অংশ বুলে যাওয়া থেকে রক্ষা করে।
- **পেশাদার সাহায্য নেওয়া:** লিফ স্প্রিং প্রতিস্থাপন একটি জটিল কাজ হতে পারে এবং ভুলভাবে করলে মারাত্মক আঘাত লাগতে পারে, তাই প্রয়োজনে পেশাদার মেকানিকের সাহায্য নেওয়া উচিত।

## লিফ স্প্রিং-এর প্রকারভেদ (Types of Leaf Spring):

### সেমি-এলিপটিক লিফ স্প্রিং (Semi-Elliptic Leaf Spring)

এটি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত লিফ স্প্রিং। একাধিক পাত একসাথে বাঁকানো অবস্থায় থাকে এবং মাঝখানে অ্যাক্সেলের সাথে যুক্ত থাকে। ট্রাক, পিকআপ ও পুরনো মডেলের গাড়িতে এটি বেশি ব্যবহৃত হয়। এটি ভারী লোড বহনে সক্ষম।

### কোয়ার্টার এলিপটিক লিফ স্প্রিং (Quarter Elliptic Leaf Spring)

এই স্প্রিংটি সেমি-এলিপটিক স্প্রিং-এর এক-চতুর্থাংশ আকৃতির হয়। এক প্রান্ত ফ্রেমের সাথে এবং অন্য প্রান্ত অ্যাক্সেলের সাথে যুক্ত থাকে। এটি হালকা যানবাহনে সীমিতভাবে ব্যবহৃত হয়।

### থ্রি-কোয়ার্টার এলিপটিক লিফ স্প্রিং (Three-Quarter Elliptic Leaf Spring)

এটি কোয়ার্টার ও সেমি-এলিপটিক স্প্রিং-এর সমন্বয়। ভালো শক অ্যাবজর্ভ করার ক্ষমতা থাকলেও এর গঠন জটিল হওয়ায় বর্তমানে খুব কম ব্যবহৃত হয়।

### প্যারাবোলিক লিফ স্প্রিং (Parabolic Leaf Spring)

এতে পাতগুলোর পুরুত্ব মাঝখানে বেশি এবং দুই প্রান্তে কম থাকে। এটি ওজন কমায়, ঘর্ষণ কম সৃষ্টি করে এবং আধুনিক যানবাহনে বেশি ব্যবহৃত হয়।

### ট্রান্সভার্স লিফ স্প্রিং (Transverse Leaf Spring)

এই স্প্রিংটি গাড়ির প্রস্থ বরাবর (চওড়া দিকে) স্থাপন করা হয়। স্পোর্টস ও কিছু বিশেষ ডিজাইনের গাড়িতে এটি ব্যবহার করা হয়।

### কয়েল স্প্রিং-এর প্রকারভেদ (Types of Coil Spring):

#### কনস্ট্যান্ট রেট কয়েল স্প্রিং (Constant Rate Coil Spring)

এই স্প্রিং-এ সব কয়েলের দূরত্ব সমান থাকে এবং চাপ প্রয়োগে সমান হারে সংকুচিত হয়। এটি সাধারণ যাত্রীবাহী গাড়িতে ব্যবহৃত হয়।

#### ভ্যারিয়েবল রেট কয়েল স্প্রিং (Variable Rate Coil Spring)

এতে কয়েলের দূরত্ব সমান হয় না। হালকা লোডে নরম এবং ভারী লোডে শক্তভাবে কাজ করে। আধুনিক গাড়িতে এটি বেশি জনপ্রিয়।

#### প্রোগ্রেসিভ কয়েল স্প্রিং (Progressive Coil Spring)

লোড বাড়ার সাথে সাথে স্প্রিং-এর কঠোরতা ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায়। এটি আরামদায়ক রাইড নিশ্চিত করে এবং ধাক্কা ভালোভাবে শোষণ করে।

#### ব্যারেল টাইপ কয়েল স্প্রিং (Barrel Type Coil Spring)

মাঝখানে ব্যাস বেশি এবং দুই প্রান্তে কম থাকে। এটি স্থায়িত্ব বাড়ায় এবং সাইড লোড কম সৃষ্টি করে।

#### মিনিরুক বা টেপার্ড কয়েল স্প্রিং (Tapered Coil Spring)

এক প্রান্তে ব্যাস ছোট এবং অন্য প্রান্তে বড় হয়। এটি নির্দিষ্ট ডিজাইনের সাসপেনশন সিস্টেমে ব্যবহৃত হয়।

### লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং-এর কার্যাবলি:

যানবাহনের সাসপেনশন সিস্টেমে লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। এদের প্রধান কাজ হলো গাড়ির ওজন বহন করা, রাস্তার ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করা এবং গাড়ির স্থিতিশীল ও আরামদায়ক চলাচল নিশ্চিত করা। নিচে লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং-এর কার্যাবলি আলাদাভাবে বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হলো।

### লিফ স্প্রিং-এর কার্যাবলি (Functions of Leaf Spring):

#### গাড়ির ওজন বহন করা

লিফ স্প্রিং গাড়ির বডি ও লোডের সম্পূর্ণ বা অধিকাংশ ওজন বহন করে। বিশেষ করে ট্রাক, বাস ও পিকআপে ভারী মাল বহনের সময় লিফ স্প্রিং লোডকে সমানভাবে বিতরণ করে।

### রাস্তার ধাক্কা ও কম্পন শোষণ করা

রাস্তার উঁচু-নিচু অবস্থার কারণে সৃষ্ট ধাক্কা ও কম্পন লিফ স্প্রিং শোষণ করে, ফলে গাড়ির বডি ও যাত্রীদের উপর কম প্রভাব পড়ে।

### অ্যাক্সেলের অবস্থান নিয়ন্ত্রণ করা

লিফ স্প্রিং অ্যাক্সেলকে সঠিক অবস্থানে ধরে রাখে এবং চলাচলের সময় অ্যাক্সেলের অপ্রয়োজনীয় নড়াচড়া রোধ করে। এর ফলে চাকার এলাইনমেন্ট ঠিক থাকে।

### ড্রাইভিং স্থিতিশীলতা বজায় রাখা

ব্রেক করার সময় বা মোড় নেয়ার সময় লিফ স্প্রিং গাড়ির ভারসাম্য বজায় রাখতে সাহায্য করে, ফলে স্কিডিং বা কাত হয়ে যাওয়ার ঝুঁকি কমে।

### সাসপেনশন সিস্টেমকে সহায়তা করা

লিফ স্প্রিং শক অ্যাবজর্বারের সাথে একত্রে কাজ করে। স্প্রিং লোড বহন করে এবং শক অ্যাবজর্বার কম্পনের গতি নিয়ন্ত্রণ করে।

## কয়েল স্প্রিং-এর কার্যাবলি (Functions of Coil Spring):

### আরামদায়ক রাইড নিশ্চিত করা

কয়েল স্প্রিং তুলনামূলকভাবে নরম হওয়ায় রাস্তার ছোট-বড় ধাক্কা খুব ভালোভাবে শোষণ করে এবং যাত্রীদের জন্য আরামদায়ক চলাচল নিশ্চিত করে।

### গাড়ির ওজন ধারণ করা

কয়েল স্প্রিং গাড়ির বডির ওজন বহন করে এবং চাপ পড়লে সংকুচিত হয়ে ওজন সামঞ্জস্য করে।

### চাকার রাস্তার সাথে সংযোগ বজায় রাখা

চলাচলের সময় চাকা যেন সবসময় রাস্তার সাথে সংযুক্ত থাকে, তা নিশ্চিত করতে কয়েল স্প্রিং গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এতে ব্রেকিং ও স্টিয়ারিং নিয়ন্ত্রণ উন্নত হয়।

### গাড়ির উচ্চতা ও ভারসাম্য বজায় রাখা

কয়েল স্প্রিং গাড়ির রাইড হাইট (Ride Height) নির্ধারণ করে এবং গাড়ির সামনে-পেছনে ভারসাম্য রক্ষা করে।

### শক অ্যাবজর্বারের সাথে সমন্বয়ে কাজ করা

কয়েল স্প্রিং ধাক্কা শোষণ করে আর শক অ্যাবজর্বার সেই ধাক্কার পুনরাবৃত্তি নিয়ন্ত্রণ করে। এদের সমন্বয়ে সাসপেনশন সিস্টেম কার্যকর হয়।

### লিফ স্প্রিং ও কয়েল স্প্রিং-এর যৌথ কার্যাবলি

- গাড়ির কাঠামো ও যাত্রীদের নিরাপত্তা নিশ্চিত করা
- টায়ারের অপ্রয়োজনীয় ক্ষয় কমানো
- গাড়ির নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা ও স্থায়িত্ব বৃদ্ধি করা

- দীর্ঘ সময় ব্যবহারে সাসপেনশন সিস্টেমের কর্মক্ষমতা বজায় রাখা

### লিফ স্প্রিং-এর সার্ভিসিং কার্যক্রম:

লিফ স্প্রিং যানবাহনের সাসপেনশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। এটি দীর্ঘ সময় ব্যবহারের ফলে ক্ষয়, ঢিলা, ভাঙন বা বিকৃতির শিকার হতে পারে। তাই যানবাহনের নিরাপদ ও আরামদায়ক চলাচল নিশ্চিত করতে নিয়মিত লিফ স্প্রিং সার্ভিস করা অত্যন্ত জরুরি। একজন Advance Auto Mechanic হিসেবে লিফ স্প্রিং সার্ভিসিংয়ের প্রতিটি ধাপ সঠিকভাবে সম্পন্ন করা প্রয়োজন।

### লিফ স্প্রিং সার্ভিসের প্রস্তুতিমূলক কাজ

প্রথমে গাড়িটি সমতল জায়গায় নিরাপদভাবে দাঁড় করাতে হয়। হ্যান্ড ব্রেক প্রয়োগ করতে হয় এবং প্রয়োজনে চাকায় চোক ব্লক ব্যবহার করা হয়। এরপর জ্যাক ও জ্যাক স্ট্যান্ড ব্যবহার করে গাড়ির বডি উঁচু করে অ্যাক্সেলের লোড মুক্ত করা হয়, যাতে লিফ স্প্রিং নিরাপদে সার্ভিস করা যায়।

### লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি খুলে নেওয়া

ইউ-বোল্ট, নাট-বল্ট ও ক্ল্যাম্প ঢিলা করে লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি অ্যাক্সেল থেকে আলাদা করা হয়। পরে সামনের ও পেছনের আই বোল্ট খুলে লিফ স্প্রিং সম্পূর্ণভাবে গাড়ি থেকে নামানো হয়। এই সময় প্রতিটি অংশের অবস্থান খেয়াল রাখা জরুরি।

### লিফ স্প্রিং-এর ভিজুয়াল ও মেকানিক্যাল পরীক্ষা

লিফ স্প্রিং খুলে নেওয়ার পর প্রতিটি পাত আলাদা করে পরীক্ষা করা হয়। পাতের মধ্যে কোনো ফাটল, ভাঙন, অতিরিক্ত বাঁক, জং বা ক্ষয় আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। পাশাপাশি সেন্টার বোল্ট, ক্লিপ ও ইউ-বোল্টের অবস্থা যাচাই করা হয়।

### লিফ পাত পরিষ্কার ও জংমুক্তকরণ

লিফ স্প্রিং পাতগুলো তারের ব্রাশ বা এমেরি পেপার দিয়ে পরিষ্কার করা হয়। জমে থাকা ময়লা, মরিচা ও পুরনো গ্রিজ দূর করা হয়। প্রয়োজনে অ্যান্টি-রাস্ট কোটিং বা হালকা গ্রিজ প্রয়োগ করা হয়, যাতে পাতের মধ্যে ঘর্ষণ কম হয়।

### বুশ ও আই পরীক্ষা ও পরিবর্তন

মেইন লিফের আই-এর ভিতরে থাকা বুশ পরীক্ষা করা হয়। বুশ ক্ষয়প্রাপ্ত বা ফাটা হলে তা নতুন বুশ দিয়ে প্রতিস্থাপন করা হয়। ভালো বুশ কম্পন কমায় এবং সাসপেনশনকে মসৃণ রাখে।

### লিফ স্প্রিং পুনরায় সংযোজন (Reassembly)

সব পাত সঠিক ক্রমে সাজিয়ে সেন্টার বোল্টের মাধ্যমে একত্রে বাঁধা হয়। ক্লিপগুলো ঠিকভাবে বসানো হয়, যাতে পাতগুলো চলাচলের সময় আলাদা না হয়। পরে লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি গাড়িতে পুনরায় বসানো হয় এবং ইউ-বোল্ট ও আই বোল্ট নির্ধারিত টর্কে শক্ত করা হয়।

### এলাইনমেন্ট ও ক্লিয়ারেন্স পরীক্ষা

লিফ স্প্রিং বসানোর পর অ্যাক্সেলের অবস্থান, স্প্রিং সিট ও ইউ-বোল্ট এলাইনমেন্ট পরীক্ষা করা হয়। স্প্রিং ও চ্যাসিসের মাঝে পর্যাপ্ত ক্লিয়ারেন্স আছে কি না তা নিশ্চিত করা হয়।

## টেস্ট ড্রাইভ ও চূড়ান্ত পরীক্ষা

সব কাজ শেষ হলে গাড়ি নামিয়ে টেস্ট ড্রাইভ করা হয়। কোনো অস্বাভাবিক শব্দ, কাঁপুনি বা একদিকে হেলে যাওয়া আছে কি না তা পর্যবেক্ষণ করা হয়। সমস্যা থাকলে পুনরায় চেক ও সমন্বয় করা হয়।

## লিফ স্প্রিং পরীক্ষার পদ্ধতি (Testing of Leaf Spring):

### ভিজ্যুয়াল পরীক্ষা

প্রথমে লিফ স্প্রিং-এর প্রতিটি পাত ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করা হয়। পাতের মধ্যে ফাটল, ভাঙন, অতিরিক্ত বাঁক (Sagging), অসমান উচ্চতা, জং বা ক্ষয় আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। কোনো পাত ভাঙা থাকলে সম্পূর্ণ লিফ স্প্রিং অ্যাসেম্বলি পরিবর্তন করার প্রয়োজন হতে পারে।

### রাইড হাইট পরীক্ষা

গাড়ি সমতল জায়গায় রেখে সামনে ও পেছনের উচ্চতা মাপা হয়। নির্ধারিত উচ্চতার তুলনায় কম হলে বোঝা যায় লিফ স্প্রিং দুর্বল হয়ে গেছে।

### লোড টেস্ট

গাড়িতে স্বাভাবিক লোড দিয়ে পর্যবেক্ষণ করা হয় স্প্রিং সঠিকভাবে সংকুচিত ও পুনরায় প্রসারিত হচ্ছে কি না। অস্বাভাবিক শব্দ বা অতিরিক্ত কাঁকানি থাকলে স্প্রিং ত্রুটিযুক্ত বলে ধরা হয়।

### বুশ ও ফাস্টেনার পরীক্ষা

মেইন লিফ আই-এর বুশ, ইউ-বোল্ট ও ব্ল্যাম্প টিলা বা ক্ষয়প্রাপ্ত কিনা তা পরীক্ষা করা হয়, কারণ এগুলো নষ্ট হলে স্প্রিং কার্যকারিতা কমে যায়।

## কয়েল স্প্রিং পরীক্ষার পদ্ধতি (Testing of Coil Spring):

### ভিজ্যুয়াল পরীক্ষা

কয়েল স্প্রিং-এর মধ্যে কোনো ফাটল, ভাঙা কয়েল, বিকৃতি বা জং আছে কি না তা দেখা হয়। একটি কয়েল ভেঙে গেলেও পুরো স্প্রিং পরিবর্তন করা উচিত।

### স্প্রিং ফ্রি লেঙ্ক পরীক্ষা

কয়েল স্প্রিং খুলে নিয়ে তার ফ্রি লেঙ্ক (স্বাভাবিক দৈর্ঘ্য) মাপা হয়। নির্ধারিত মানের চেয়ে কম হলে স্প্রিং দুর্বল বলে বিবেচিত হয়।

### কম্প্রেশন টেস্ট

বিশেষ স্প্রিং টেস্টার বা প্রেস মেশিন ব্যবহার করে কয়েল স্প্রিং-এর শক্তি ও স্থিতিস্থাপকতা পরীক্ষা করা হয়। চাপ দেওয়ার পর যদি স্প্রিং আগের অবস্থায় ফিরে না আসে, তবে সেটি পরিবর্তনযোগ্য।

### রাইড কমফোর্ট পর্যবেক্ষণ

চলন্ত অবস্থায় গাড়ির অতিরিক্ত দোলানো, বাউন্সিং বা একদিকে হেলে যাওয়া কয়েল স্প্রিং সমস্যার লক্ষণ হতে পারে।

### **স্প্রিং প্রতিস্থাপনের প্রয়োজনীয়তা (When Replacement is Necessary):**

নিচের যেকোনো অবস্থায় লিফ বা কয়েল স্প্রিং প্রতিস্থাপন করা আবশ্যিক-

- স্প্রিং ভাঙা বা ফাটল দেখা দিলে
- অতিরিক্ত স্যাগিং বা স্থায়ী বিকৃতি হলে
- নির্ধারিত রাইড হাইট বজায় না থাকলে
- বারবার অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন হলে
- বুশ বা মাউন্ট ক্ষতিগ্রস্ত হয়ে স্প্রিং ঠিকভাবে কাজ না করলে

### **লিফ ও কয়েল স্প্রিং প্রতিস্থাপনের ধাপসমূহ (Replacement Procedure):**

প্রথমে গাড়ি নিরাপদভাবে জ্যাক ও জ্যাক স্ট্যান্ডে উঠানো হয়। পুরনো স্প্রিং খুলে নেওয়ার আগে তার অবস্থান চিহ্নিত করা হয়। তারপর ক্ষতিগ্রস্ত লিফ বা কয়েল স্প্রিং খুলে একই স্পেসিফিকেশনের নতুন স্প্রিং বসানো হয়। সব নাট-বল্ট নির্ধারিত টর্কে শক্ত করা হয় এবং শেষে টেস্ট ড্রাইভ করে নিশ্চিত করা হয় যে সাসপেনশন সঠিকভাবে কাজ করছে।

## সেলফ-চেক (Self Check)-৬.২

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. লিফ স্প্রিং কী এবং এটি যানবাহনে কেন ব্যবহৃত হয়?
২. লিফ স্প্রিং-এর প্রধান উপাদানগুলো কী কী?
৩. কয়েল স্প্রিং কী এবং এটি কোথায় ব্যবহৃত হয়?
৪. কয়েল স্প্রিং-এর বিভিন্ন প্রকার কী কী?
৫. কয়েল স্প্রিং কীভাবে গাড়ির আরামদায়ক চলাচলে সাহায্য করে?
৬. লিফ স্প্রিং সার্ভিসিং-এর সময় কোন কোন বিষয় পরীক্ষা করা হয়?
৭. লিফ স্প্রিং টেস্ট করার সাধারণ পদ্ধতিগুলো কী?
৮. কয়েল স্প্রিং টেস্ট করার সময় কোন কোন লক্ষণ দেখে ত্রুটি নির্ণয় করা যায়?
৯. লিফ বা কয়েল স্প্রিং কখন প্রতিস্থাপন করা জরুরি?
১০. স্প্রিং প্রতিস্থাপনের সময় কেন একই স্পেসিফিকেশনের স্প্রিং ব্যবহার করা উচিত?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.২

১. লিফ স্প্রিং হলো পাতাকৃতি স্প্রিং যা গাড়ির ওজন বহন, ধাক্কা শোষণ এবং অ্যাক্সেলকে সঠিক অবস্থানে রাখতে ব্যবহৃত হয়।
২. মেইন লিফ, সেকেন্ডারি লিফ, আই, বুশ, সেন্টার বোল্ট, ক্লিপ ও ইউ-বোল্ট।
৩. কয়েল স্প্রিং হলো কুণ্ডলী আকারের স্প্রিং, যা প্রধানত যাত্রীবাহী গাড়ির সাসপেনশনে ব্যবহৃত হয়।
৪. কনস্ট্যান্ট রেট, ভ্যারিয়েবল রেট, প্রোগ্রেসিভ, ব্যারেল টাইপ ও টেপার্ড কয়েল স্প্রিং।
৫. কয়েল স্প্রিং ধাক্কা ও কম্পন নরমভাবে শোষণ করে, ফলে যাত্রীদের আরাম বৃদ্ধি পায়।
৬. ক্ষয়, ভাঙন ও স্যাগিং প্রতিরোধ করে সাসপেনশনের কার্যকারিতা বজায় রাখার জন্য।
৭. ভিজুয়াল টেস্ট, রাইড হাইট মাপা, লোড টেস্ট ও শব্দ পর্যবেক্ষণ।
৮. ভাঙা কয়েল, ফ্রি লেন্থ কমে যাওয়া, অতিরিক্ত বাউন্সিং ও গাড়ি হেলে যাওয়া।
৯. স্প্রিং দুর্বল বা স্থায়ীভাবে বিকৃত হয়ে গেছে।
১০. স্প্রিং ভাঙা, অতিরিক্ত স্যাগিং, ফাটল বা নির্ধারিত রাইড হাইট বজায় না থাকলে।

## জবশীট (Job Sheet)-৬.২

জবের নাম: স্প্রিং পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি সমতল জায়গায় স্থাপন করে হ্যান্ড ব্রেক টানতে হবে।
২. গাড়িকে জ্যাক ব্যবহার করে নিরাপদভাবে উত্তোলন করতে হবে।
৩. চাকা খুলে ফেলতে হবে।
৪. লিফ স্প্রিংয়ের ক্ল্যাম্প, ইউ-বোল্ট ও মাউন্টিং নাট-বল্টু খুলতে হবে।
৫. স্প্রিং ও মাউন্টিং পয়েন্টগুলো পর্যবেক্ষণ করতে হবে।
৬. স্প্রিং পাতাগুলোর মধ্যে ফাঁক, বাঁক বা ভাঙা আছে কি না পরীক্ষা করতে হবে।
৭. বুশিং ও ক্ল্যাম্পগুলো ক্ষতিগ্রস্ত হলে পরিবর্তন করতে হবে।
৮. স্প্রিং পরিষ্কার করে লুব্রিকেন্ট তেল লাগাতে হবে।
৯. প্রয়োজন হলে নতুন লিফ স্প্রিং প্রতিস্থাপন করতে হবে।
১০. পুনরায় সব নাট-বল্টু সঠিক টর্কে টাইট করে স্থাপন করতে হবে।
১১. গাড়ি নিচে নামিয়ে টেস্ট ড্রাইভ করে পরীক্ষা করতে হবে।

### সতর্কতা:

১. কাজের সময় গাড়ি সঠিকভাবে জ্যাক স্ট্যান্ডে স্থাপন করতে হবে।
২. চোখে ও হাতে সেফটি গিয়ার পরিধান করতে হবে।
৩. স্প্রিং খুলতে বা লাগাতে অতিরিক্ত বল প্রয়োগ করা যাবে না।
৪. সব নাট-বল্টু নির্ধারিত টর্কে টাইট করতে হবে।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৬.২.১

জবের নাম: স্প্রিং পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহ:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্ট:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ

- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্চ সেট
- গ্রিজ গান
- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

**প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:**

- গ্রাফাইড পাউডার
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- রাবার বুশ

**ডায়াগ্রাম:**



## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৬.৩

**শিখন ফল-৩:** টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার এবং এগুলোর কার্যাবলি
- টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার-এর সার্ভিসিং কার্যক্রম
- টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

### টর্শন বার:

যা মোচড়ানো প্রতিরোধ করে এবং পৈচানো হলে তার আসল অবস্থানে ফিরে যাওয়ার প্রবল প্রবণতা থাকে। অটোমোবাইলে একটি টর্শন বার হল একটি দীর্ঘ স্প্রিং-স্টিলের উপাদান যার এক প্রান্ত ফ্রেমের সাথে শক্তভাবে ধরে থাকে এবং অন্য প্রান্তটি অ্যাক্সেলের সাথে সংযুক্ত একটি লিভার দ্বারা পৈচানো হয়।

- **কার্যকারিতা:** এটি একটি দীর্ঘ স্প্রিং-স্টিল বার যা গাড়ির সাসপেনশনে স্প্রিং-এর মতো কাজ করে।
- **গঠন:** এর এক প্রান্ত গাড়ির ফ্রেমের সাথে এবং অন্য প্রান্তটি সাসপেনশন কন্ট্রোল আর্মের সাথে সংযুক্ত থাকে।
- **কাজ:** যখন সাসপেনশন সংকুচিত হয়, তখন বারটি তার অক্ষের চারপাশে মোচড় নেয় এবং শক্তি সঞ্চয় করে। যখন চাপ সরানো হয়, তখন এই শক্তি বারটিকে তার মূল অবস্থানে ফিরিয়ে আনে, যা স্প্রিং-এর কাজ করে।
- **ব্যবহার:** এটি একটি সম্পূর্ণ সাসপেনশন সিস্টেমের অংশ হতে পারে, যেমনটি কিছু গাড়িতে দেখা যায়।

**টর্শন বার** হলো একটি মোটরযানের সাসপেনশন সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা একটি লম্বা, স্প্রিং-স্টিল উপাদান। এটি গাড়ির ওজন বহন করে এবং রাস্তার খাঙ্কা শোষণ করে। টর্শন বারের প্রধান সমস্যাগুলোর মধ্যে রয়েছে সময়ের সাথে সাথে এটি দুর্বল হয়ে যাওয়া, ক্ষয়প্রাপ্ত হওয়া, এবং অতিরিক্ত ব্যবহারের ফলে ভেঙে যাওয়া, যা গাড়ির সাসপেনশন এবং হ্যান্ডলিং-এর ওপর নেতিবাচক প্রভাব ফেলে।

### টর্শন বার সমস্যার কারণ-

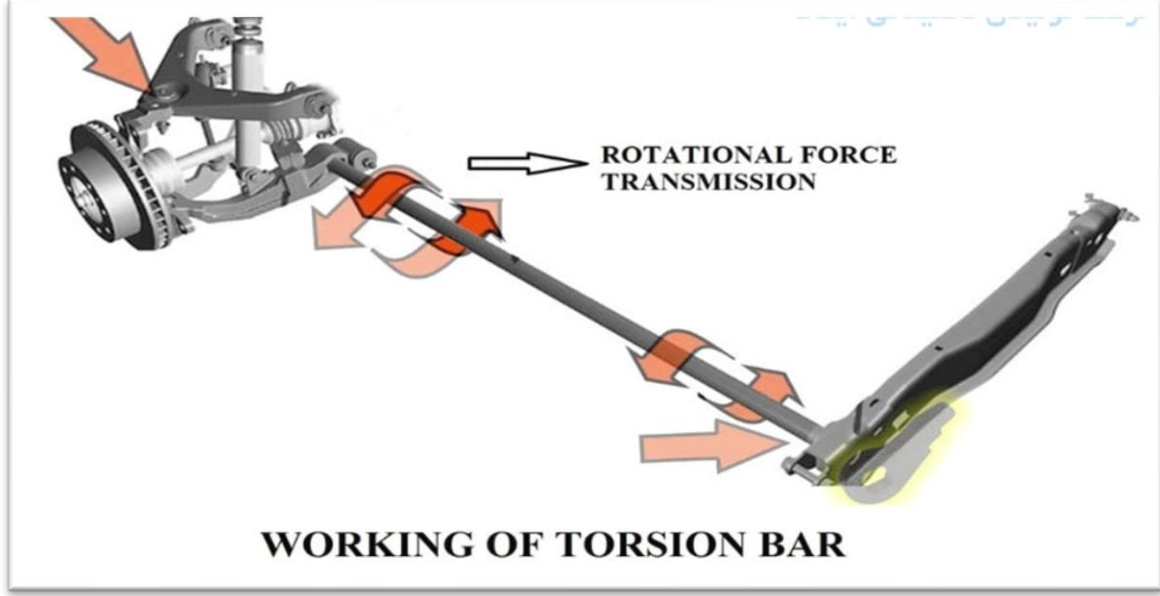
- **ক্ষয়:** মরিচা বা ক্ষয় টর্শন বারকে দুর্বল করে দিতে পারে।
- **অতিরিক্ত চাপ:** অতিরিক্ত ওজন বা কঠোর রাস্তায় চালানোর কারণে বারটি ভেঙে যেতে পারে বা বেঁকে যেতে পারে।
- **দুর্বল ফিটিং:** যদি টর্শন বারটি সঠিকভাবে ইনস্টল করা না হয়, তবে এটি দুত নষ্ট হতে পারে। **উচ্চতা সমন্বয়:** টর্শন বার একটি শক্তিশালী যন্ত্র হলেও, এটি সময়ের সাথে সাথে এর স্প্রিং রোট হারানো বা দুর্বল হয়ে পড়ার প্রবণতা রাখে, যার ফলে গাড়ির রাইড কোয়ালিটি এবং হ্যান্ডলিং-এর অবনতি ঘটে।

### টর্শন বার সমস্যার লক্ষণ

- গাড়ির সামনের অংশ স্বাভাবিকের চেয়ে নিচু দেখায়।
- রাস্তার গর্ত বা বাম্পে গাড়ি বেশি ঝাঁকুনি দেয়।
- গাড়ি একদিকে ঝুঁকে যায়।
- স্টিয়ারিং বা নিয়ন্ত্রণ কঠিন হয়ে যায়।

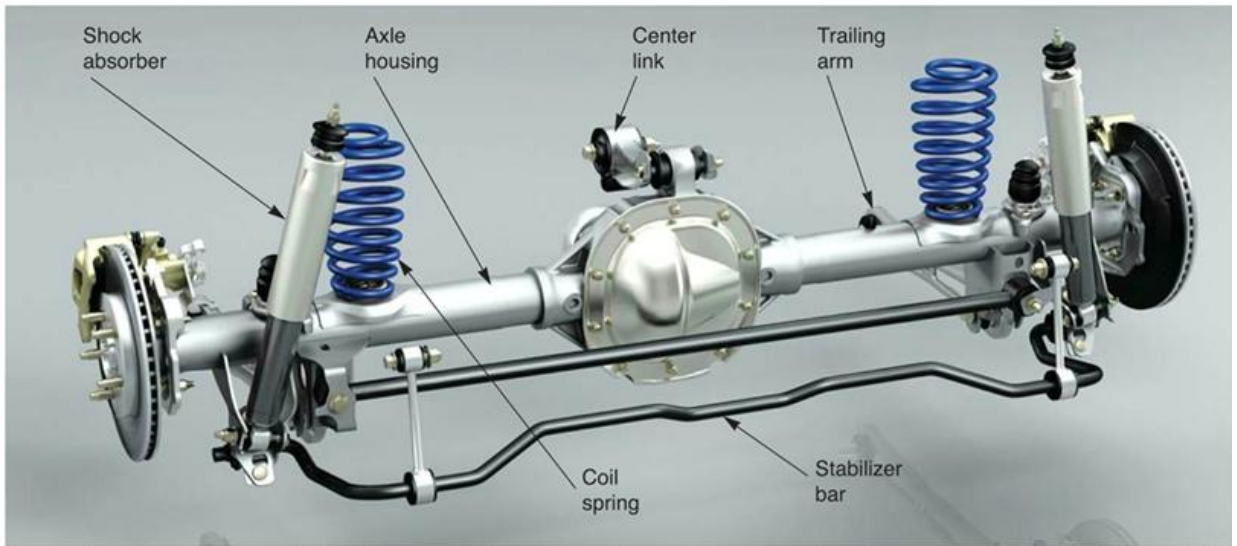
### সমস্যা সমাধানের উপায়

- যদি টর্শন বার ক্ষতিগ্রস্ত হয়, তবে এটি একটি পেশাদার মেকানিক দ্বারা প্রতিস্থাপন করতে হবে।
- অতিরিক্ত ওজন বহন করা থেকে বিরত থাকুন।
- নিয়মিতভাবে টর্শন বারের অবস্থা পরীক্ষা করুন।
- সঠিকভাবে ইনস্টল এবং সামঞ্জস্য করার জন্য একজন অভিজ্ঞ মেকানিকের সাহায্য নিন।



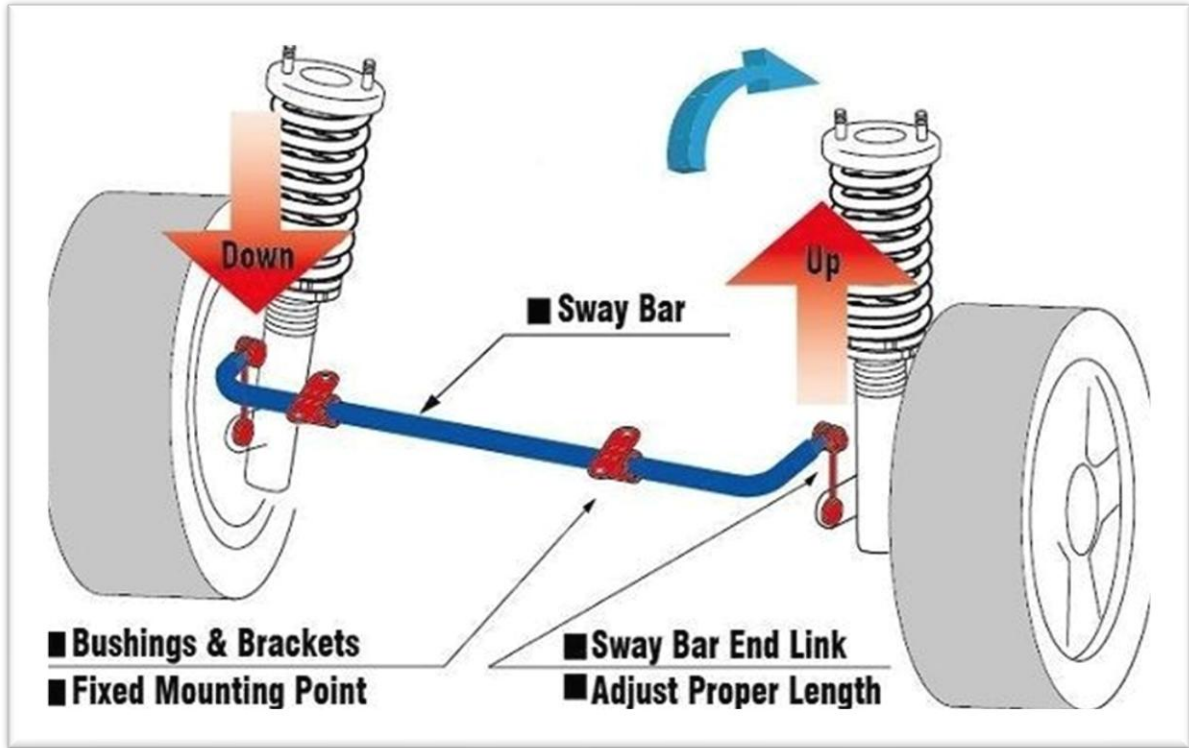
### স্টেবিলাইজার বার:

গাড়ির একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা অ্যান্টি-রোল বার বা সোয়ে বার নামেও পরিচিত। এটি একটি বিশেষ ধরনের বার যা গাড়ির উভয় পাশের সাসপেনশন সিস্টেমকে একে অপরের সাথে সংযুক্ত করে। এর প্রধান কাজ হলো বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ির শরীরকে কাত হওয়া থেকে রক্ষা করা এবং গাড়িটিকে আরও স্থিতিশীল রাখা।



- **কার্যকারিতা:** যখন গাড়ি বাঁক নেয়, তখন একদিকে মাধ্যাকর্ষণজনিত বলের কারণে শরীর কাত হয়ে যায়। স্টেবিলাইজার বার এই কাত হওয়াকে প্রতিরোধ করে। এটি একপাশের সাসপেনশনকে বেশি সংকুচিত হতে বাধা দেয় এবং অন্যপাশের সাসপেনশনকে সমানভাবে কাজ করতে সাহায্য করে, ফলে গাড়িটি সমতল থাকে এবং নিয়ন্ত্রণ ভালো হয়।
- **সৃষ্টি ও ব্যবহার:** এটি একটি টর্শন বার (torsion bar) হিসেবে কাজ করে। যখন একদিকে চাপ পড়ে, তখন বারটি বেঁকে যায় এবং অন্যপাশে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি করে। এর ফলে গাড়ির উভয় চাকা একসাথে সমানভাবে কাজ করে।
- **সুবিধা:**
  - বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ির বডি রোল কমায়।
  - উচ্চ গতিতে বা খারাপ রাস্তায় গাড়ি চালানো সহজ করে।
  - গাড়ির হ্যান্ডলিং এবং স্থিতিশীলতা উন্নত করে।

স্টেবিলাইজার বার-এর সমস্যা বলতে সাধারণত গাড়ির সাসপেনশন সিস্টেমের স্টেবিলাইজার বার বা এর লিঙ্কের সমস্যাকে বোঝানো হয়। প্রধান সমস্যাগুলো হলো, অতিরিক্ত বডি রোল (turn নেওয়ার সময় গাড়ি একদিকে ঝুঁকে যাওয়া), অস্বাভাবিক শব্দ (বাকুনি, ক্লিক বা ঘষার শব্দ), হ্যান্ডলিং-এ অসুবিধা এবং অসম টায়ার ক্ষয়। এই সমস্যাগুলোর কারণ হতে পারে বার বা এর সাথে যুক্ত লিঙ্কের ক্ষয় বা ভেঙে যাওয়া।



#### সাধারণ সমস্যা ও লক্ষণ-

- **অস্বাভাবিক শব্দ:** গাড়ি চালানোর সময়, বিশেষ করে যখন গতি বেশি থাকে, স্পিড ব্রেকার বা গর্তের উপর দিয়ে যায় তখন ক্লিক, rattling বা খটখট শব্দ হতে পারে।
- **অতিরিক্ত বডি রোল:** বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি বেশি একদিকে হেলে যায় বা শরীর গড়িয়ে যায় বলে মনে হয়।
- **হ্যান্ডলিং-এ সমস্যা:** গাড়ি সোজা পথে চালানো বা বাঁক নেওয়া কঠিন হয়ে পড়ে। মনে হতে পারে গাড়ি বাতাসের ধাক্কায় সরে যাচ্ছে।

- **অসম টায়ার ক্ষয়:** টায়ারের একপাশ বেশি ক্ষয় হয়ে যেতে পারে, যা দ্রুত গতির সময় কম্পনের কারণ হতে পারে।
- **ব্রেকিং-এর সময় সমস্যা:** ব্রেক করার সময় গাড়ি ঝাঁকি দিতে পারে বা একদিকে সরে যেতে পারে।
- **ভিজ্যুয়াল লক্ষণ:** স্টেবিলাইজার বারের রাবার বুশিং (bushings) ফেটে গেলে বা ভেঙে গেলে এবং লিঙ্কে দৃশ্যমান ক্ষয় হলে বুঝতে হবে সমস্যা আছে।

#### সম্ভাব্য কারণ-

- **ক্ষয় (Wear and tear):** দীর্ঘ সময় গাড়ি চালানোর কারণে বার এবং এর সাথে যুক্ত লিঙ্কের বল জয়েন্ট (ball joint), বিয়ারিং (bearing) এবং রাবার বুশিং (rubber bushings) ক্ষয় হয়ে যায়।
- **তেলের লিক:** বার বা লিঙ্কের ভেতরে লুব্রিকেটিং তেলের সীল (oil seal) নষ্ট হয়ে গেলে লুব্রিকেশন কমে যায় এবং অতিরিক্ত ঘর্ষণ হয়, যা শব্দের কারণ হয়।
- **লিঙ্ক ভেঙে যাওয়া:** স্টেবিলাইজার লিঙ্ক অন্যান্য যন্ত্রাংশের চেয়ে বেশি দুর্বল হওয়ায় সহজে ভেঙে যেতে পারে, বিশেষত খারাপ রাস্তা বা বেশি ওজনের কারণে।

### Torsion Bar ও Stabilizer Bar-এর সার্ভিসিং ক্রম সম্পাদন

Torsion bar এবং stabilizer bar সাসপেনশন সিস্টেমের গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা গাড়ির ভারসাম্য, স্থিতিশীলতা এবং নিরাপদ চলাচল নিশ্চিত করে। এই অংশগুলোর সঠিক সার্ভিসিং না হলে গাড়ি চলাচলের সময় ঝাঁকি ও অস্বস্তি সৃষ্টি হতে পারে। তাই নিয়মিত ও সঠিকভাবে এদের সার্ভিস কার্যক্রম সম্পাদন করা প্রয়োজন।

#### ১. Torsion Bar-এর সার্ভিস-

Torsion bar মূলত একটি ধাতব দণ্ড, যা স্প্রিংয়ের মতো কাজ করে এবং চাকার উল্লম্ব চাপ শোষণ করে।

সার্ভিসের সময় অটো মেকানিক নিম্নলিখিত কাজগুলো করেন—

- torsion bar-এ ফাটল, বাঁকানো বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কি না তা পরীক্ষা করা
- মাউন্টিং পয়েন্ট, অ্যাডজাস্টার ও সংযোগ অংশ টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত কি না যাচাই করা
- প্রয়োজন অনুযায়ী torsion bar-এর টেনশন বা হাইট অ্যাডজাস্টমেন্ট করা
- জং বা ময়লা পরিষ্কার করে প্রয়োজন হলে গ্রিজ বা লুব্রিকেন্ট ব্যবহার করা
- গুরুতর ত্রুটি থাকলে torsion bar প্রতিস্থাপন করা

এর ফলে গাড়ির সঠিক উচ্চতা ও ভারসাম্য বজায় থাকে।

#### ২. Stabilizer Bar-এর সার্ভিস

Stabilizer bar (বা sway bar) গাড়ি বাঁক নেওয়ার সময় বডির অতিরিক্ত হেলে পড়া (Body Roll) কমায়ে।

সার্ভিস কার্যক্রমের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত—

- stabilizer bar-এ ফাটল, বেঁকে যাওয়া বা ক্ষয় আছে কি না পরীক্ষা করা
- বুশ, লিংক রড ও মাউন্টিং ক্ল্যাম্পের অবস্থা যাচাই করা
- ক্ষতিগ্রস্ত বা শক্ত হয়ে যাওয়া বুশ ও লিংক রড প্রতিস্থাপন করা
- টিলা নাট-বোল্ট সঠিক টর্ক অনুযায়ী টাইট করা
- প্রয়োজন হলে লুব্রিকেশন করা

এই সার্ভিসের মাধ্যমে গাড়ির কর্নারিং স্থিতিশীলতা ও নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

#### ৩. সার্ভিসের পর চূড়ান্ত পরীক্ষা

torsion bar ও stabilizer bar সার্ভিস শেষ হওয়ার পর—

- গাড়ির উচ্চতা ও ভারসাম্য পরীক্ষা করা হয়
- টেস্ট ড্রাইভের মাধ্যমে বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ির আচরণ পর্যবেক্ষণ করা হয়

- অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন আছে কি না নিশ্চিত করা হয়

### Torsion Bar ও Stabiliser Bar পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

Torsion bar এবং stabiliser bar গাড়ির সাসপেনশন সিস্টেমের গুরুত্বপূর্ণ উপাদান। এগুলো গাড়ির ভারসাম্য, স্থিতিশীলতা এবং নিরাপদ চলাচল নিশ্চিত করে। তাই নিয়মিতভাবে এদের পরীক্ষা (Testing) করা এবং ত্রুটি ধরা পড়লে প্রতিস্থাপন (Replacement) করা অত্যন্ত প্রয়োজনীয়।



### ১. Torsion Bar পরীক্ষা-

Torsion bar পরীক্ষার সময় অটো মেকানিক নিম্নলিখিত বিষয়গুলো যাচাই করেন—

- Torsion bar-এ ফাটল, বাঁকা হওয়া বা অতিরিক্ত ক্ষয় আছে কি না
- বার-এর স্থিতিস্থাপকতা (spring action) ঠিক আছে কি না
- মাউন্টিং পয়েন্ট ও অ্যাডজাস্টার টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত কি না
- গাড়ির উচ্চতা অসম বা এক পাশে বেশি হেলে আছে কি না

যদি Torsion bar তার স্বাভাবিক কার্যক্ষমতা হারায় বা গাঠনিকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয়, তবে সেটিকে ত্রুটিপূর্ণ হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

### ২. Stabiliser Bar পরীক্ষা-

Stabiliser bar পরীক্ষার সময় লক্ষ্য করা হয়—

- Stabiliser bar বেঁকে যাওয়া, ফাটল বা জং ধরেছে কি না
- বুশ ও লিংক রড ক্ষয়প্রাপ্ত, ছিঁড়ে যাওয়া বা টিলা কি না
- বাঁক নেওয়ার সময় গাড়িতে অতিরিক্ত বডি রোল বা ঠকঠক শব্দ হচ্ছে কি না

এই লক্ষণগুলো Stabiliser bar বা এর সংযুক্ত অংশের ত্রুটি নির্দেশ করে।

### ৩. প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন-

পরীক্ষার পর যদি দেখা যায় torsion bar বা stabiliser bar মেরামতযোগ্য নয় বা নিরাপদভাবে কাজ করতে পারছে না, তবে সেগুলো প্রতিস্থাপন করা হয়। প্রতিস্থাপনের সময়—

- প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত মান অনুযায়ী সঠিক অংশ নির্বাচন করা হয়
- পুরাতন ও ক্ষতিগ্রস্ত bar, বুশ বা লিংক রড খুলে ফেলা হয়
- নতুন অংশ সঠিকভাবে বসিয়ে নাট-বোল্ট নির্ধারিত টর্ক অনুযায়ী টাইট করা হয়

## 8. প্রতিস্থাপনের পর চূড়ান্ত পরীক্ষা-

প্রতিস্থাপন সম্পন্ন হলে—

- গাড়ির উচ্চতা ও ভারসাম্য পরীক্ষা করা হয়
- টেস্ট ড্রাইভের মাধ্যমে বাঁক নেওয়া ও সোজা পথে গাড়ির আচরণ পর্যবেক্ষণ করা হয়
- কোনো অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন আছে কি না নিশ্চিত করা হয়

## সেলফ চেক (Self Check)-৬.৩

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. টরশন বার (Torsion Bar) কী?
২. স্ট্যাবিলাইজার বার (Stabiliser Bar) কী এবং এটি কেন ব্যবহৃত হয়?
৩. টরশন বার-এর প্রধান কার্যাবলি কী কী?
৪. স্ট্যাবিলাইজার বার গাড়ির স্থিতিশীলতায় কীভাবে সাহায্য করে?
৫. টরশন বার সার্ভিসিং কেন প্রয়োজন?
৬. স্ট্যাবিলাইজার বার সার্ভিসিং-এর সময় কোন কোন অংশ পরীক্ষা করা হয়?
৭. টরশন বার পরীক্ষার সময় কোন কোন ত্রুটি লক্ষ্য করা হয়?
৮. স্ট্যাবিলাইজার বার ত্রুটিযুক্ত হলে কী কী লক্ষণ দেখা যায়?
৯. কোন অবস্থায় টরশন বার প্রতিস্থাপন করা প্রয়োজন?
১০. সার্ভিস ও প্রতিস্থাপনের পর টেস্ট ড্রাইভ কেন করা হয়?

### উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.৩

১. টরশন বার হলো একটি স্টিল রড, যা পাক খেয়ে গাড়ির ওজন বহন ও ধাক্কা শোষণ করে।
২. স্ট্যাবিলাইজার বার হলো একটি বার যা মোড় নেওয়ার সময় গাড়ির বডি রোল কমায়।
৩. গাড়ির ওজন বহন, রাইড হাইট নিয়ন্ত্রণ ও কম্পন শোষণ করা।
৪. এটি বাম ও ডান চাকার চলাচল সমন্বয় করে গাড়িকে কাত হওয়া থেকে রক্ষা করে।
৫. ক্ষয়, ঢিলা বা বিকৃতি দূর করে সাসপেনশন কার্যকর রাখার জন্য।
৬. বুশ, লিংক রড, মাউন্টিং নাট-বল্টু ও বারের অবস্থা।
৭. ফাটল, বাঁক, জং ও রাইড হাইটের অস্বাভাবিকতা।
৮. মোড় নেওয়ার সময় অতিরিক্ত দুলানি, কটকট শব্দ ও অস্থিতিশীলতা।
৯. ফাটল, স্থায়ী বিকৃতি বা রাইড হাইট ঠিক না থাকলে।
১০. সাসপেনশন ঠিকভাবে কাজ করছে কি না ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য।

## জবশীট (Job Sheet) - ৬.৩.১

জবের নাম: টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার পরীক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. জ্যাক ব্যবহার করে গাড়ির সামনের অংশ তুলুন এবং জ্যাক স্ট্যান্ডে সাপোর্ট দেওয়া।
২. টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার চাক্ষুষ পরীক্ষা করুন-বুশ, ক্ল্যাম্প, রড ও জয়েন্ট ফাটল বা টিলা আছে কিনা নিশ্চিত হওয়া।
৩. টর্শন বার অ্যাডজাস্টিং বোল্টের টাইটনেস চেক করা।
৪. বুশ বা রাবার অংশে ক্ষয় বা ক্র্যাক থাকলে প্রতিস্থাপন করা।
৫. প্রয়োজন অনুযায়ী ক্ল্যাম্প ও জয়েন্ট অংশে লুব্রিকেন্ট বা গ্রীস দেওয়া।
৬. টর্ক রেঞ্জ দিয়ে বোল্টগুলো নির্ধারিত টর্কে আটকানো।
৭. স্ট্যাবিলাইজার লিংক রড ঠিকভাবে বসানো আছে কিনা নিশ্চিত করা।
৮. সবকিছু ঠিক আছে নিশ্চিত হয়ে গাড়িটি নামিয়ে পুনরায় টেস্ট ড্রাইভ দেওয়া।

### সতর্কতা:

১. গাড়ি তোলার আগে অবশ্যই হ্যান্ড ব্রেক ও হইল চক ব্যবহার করা।
২. জ্যাকের পরিবর্তে জ্যাক স্ট্যান্ডে গাড়ি সাপোর্ট দেওয়া।
৩. অতিরিক্ত টর্ক প্রয়োগ করলে বোল্ট বা রড ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে।
৪. লুব্রিকেন্ট মেটাল অংশে লাগান, রাবার বুশে নয়।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet) - ৬.৩.১

জবের নাম: টর্শন বার ও স্ট্যাবিলাইজার বার পরীক্ষা ও সার্ভিস করা

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহ:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

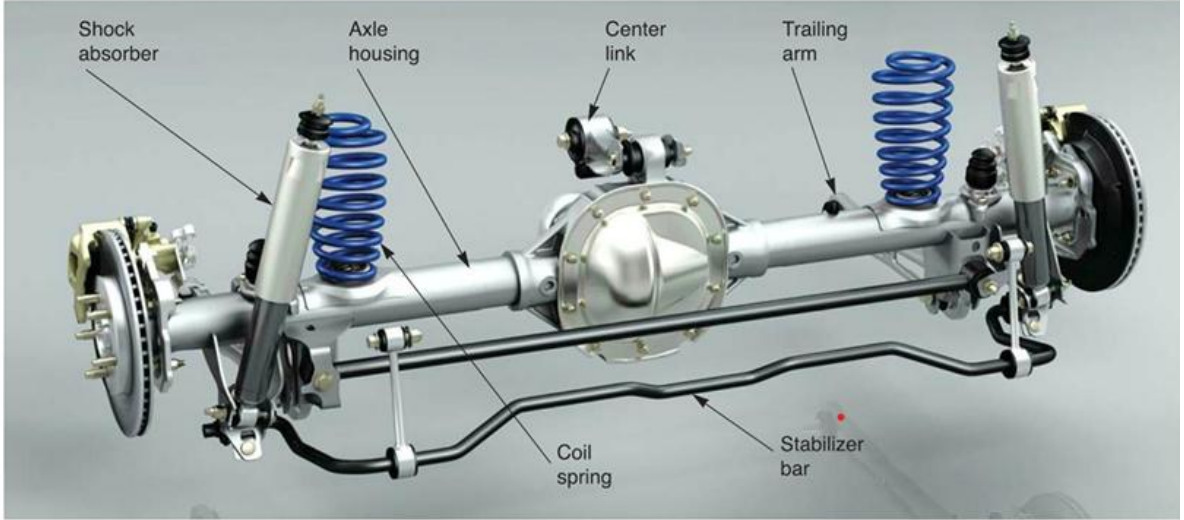
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্জ সেট

- গ্রিজ গান
- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

#### প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ক্ল্যাম্প ও মাউন্টিং ব্র্যাকেট
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- রাবার বুশ
- লিংক রড

#### ডায়াগ্রামঃ



নোটঃ টর্শন বারটি কন্ট্রোল আর্ম নড়াচড়ার মাধ্যমে পৌঁচানো থাকে।

বারটি পৌঁচানো ক্রিয়া প্রতিরোধ করে এবং একটি প্রচলিত স্প্রিংয়ের মতো কাজ করে।

## ইনফরমেশন শিট (Information Sheet)-৬.৪

শিখন ফল-৪: বুশ ও মাউন্টিংস পরীক্ষা ও সার্ভিস করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, চিহ্নিত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- বুশ ও মাউন্টিংস এবং এগুলোর প্রকারভেদ
- বুশ ও মাউন্টিংসের কার্যাবলি
- বুশ ও মাউন্টিংস পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন

**বুশ (Bush):** বুশ হচ্ছে রাবার বা পলিমাের দিয়ে তৈরি এক ধরনের শক-শোষণকারী (shock absorber) অংশ যা দুটি ধাতব অংশের মাঝে বসানো হয় যাতে কম্পন, শব্দ ও ঘর্ষণ কমে।

### বুশের কাজ:

১. গাড়ির সাসপেনশন, স্ট্যাবিলাইজার বার, টর্শন বার, কন্ট্রোল আর্ম ইত্যাদিতে ধাতব সংযোগের মাঝে শক ও কম্পন শোষণ করে।
২. চালানোর সময় রাস্তার ধাক্কা ও শব্দ কমায়।
৩. অংশগুলোর নড়াচড়া মসৃণ করে এবং অতিরিক্ত ঘর্ষণ রোধ করে।

### বুশের ধরন:

- রাবার বুশ (Rubber bush)
- পলিউরেথেন বুশ (Polyurethane bush)
- মেটালিক বুশ (Metal bush)

### বুশ সার্ভিসের কাজ:

১. বুশে ফাটল, ছিঁড়ে যাওয়া বা টিলা আছে কিনা পরীক্ষা করা।
২. ক্ষতিগ্রস্ত বুশ প্রতিস্থাপন করা।
৩. ইনস্টলেশনের সময় বুশ সঠিকভাবে সেন্টার করা।
৪. প্রয়োজন অনুযায়ী বুশ মাউন্টিং স্থানে গ্রীস বা লুব্রিকেন্ট দেওয়া (যদি অনুমোদিত হয়)।



চিত্র: বিভিন্ন ধরনের বুশ

### মাউন্টিং (Mounting):

মাউন্টিং হলো এমন একটি অংশ যা ইঞ্জিন, গিয়ারবক্স বা সাসপেনশনকে চ্যাসিসের সাথে দৃঢ়ভাবে যুক্ত করে রাখে এবং একই সঙ্গে কম্পন শোষণ করে।

### মাউন্টিং এর কাজ:

১. ইঞ্জিন ও সাসপেনশনের কম্পন চ্যাসিসে ছড়িয়ে পড়তে দেয় না।
২. যানবাহনের স্থিতিশীলতা বজায় রাখে।
৩. রাস্তার ঝাঁকুনিতে অংশগুলিকে ক্ষতি থেকে রক্ষা করে।

### মাউন্টিং এর ধরন:

- ইঞ্জিন মাউন্টিং (Engine mounting)
- গিয়ারবক্স মাউন্টিং (Gearbox mounting)
- সাসপেনশন মাউন্টিং (Suspension mounting)

### মাউন্টিং সার্ভিসের কাজ:

১. ফাটল বা টিলা আছে কিনা পরীক্ষা করা।
২. বোল্ট ও নাটের টর্ক চেক করা।
৩. ক্ষতিগ্রস্ত মাউন্টিং প্রতিস্থাপন করা।
৪. নতুন মাউন্টিং স্থাপনের পর টেস্ট ড্রাইভ দিয়ে শব্দ বা কম্পন চেক করা।

### বুশ ও মাউন্টিং সার্ভিস করার উপকারিতা:

- গাড়ির কম্পন ও শব্দ কমে যায়।
- সাসপেনশন ও ইঞ্জিন স্থিতিশীল থাকে।
- চালনার সময় গাড়ির নিয়ন্ত্রণ ক্ষমতা (handling) উন্নত হয়।
- যন্ত্রাংশের আয়ু বৃদ্ধি পায়।



চিত্রঃ বিভিন্ন ধরনের মাউন্ট

## Bush ও Mountings পরীক্ষাকরণ এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপনঃ

Bush ও mountings সাসপেনশন সিস্টেমের এমন অংশ যা কম্পন ও শব্দ কমায়ে, যন্ত্রাংশকে দৃঢ়ভাবে ধরে রাখে এবং গাড়ির স্থিতিশীলতা বজায় রাখে। এগুলো ক্ষয়প্রাপ্ত হলে গাড়ির আরাম, নিয়ন্ত্রণ ও নিরাপত্তা কমে যায়। তাই নিয়মিত পরীক্ষা (Testing) এবং প্রয়োজন হলে প্রতিস্থাপন (Replacement) করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।



### ১. Bush ও Mountings পরীক্ষা

পরীক্ষার সময় অটো মেকানিক নিম্নলিখিত বিষয়গুলো পর্যবেক্ষণ করেন—

- রাবার bush ফাটা, ছিঁড়ে যাওয়া, শক্ত হয়ে যাওয়া বা বিকৃত হয়েছে কি না
- bush ও mounting-এ অতিরিক্ত ক্ষয়, জং বা তেল লেগে নরম হয়ে গেছে কি না
- control arm, stabilizer bar, shock absorber বা subframe mounting ঢিলা আছে কি না
- ব্রেক বা বাঁক নেওয়ার সময় ঠকঠক শব্দ, কম্পন বা অস্বাভাবিক নড়াচড়া হচ্ছে কি না
- লিভার/প্রাই-বার টেস্টে অতিরিক্ত ফাঁক (play) পাওয়া যাচ্ছে কি না

এই পরীক্ষাগুলোর মাধ্যমে bush ও mounting-এর কার্যকারিতা নির্ণয় করা হয়।

## ২. ত্রুটি সনাক্তকরণ

যদি দেখা যায় **bush** তার স্থিতিস্থাপকতা হারিয়েছে, **mounting** ঢিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত, কিংবা অতিরিক্ত কম্পন ও শব্দ সৃষ্টি করছে, তবে সেগুলোকে ত্রুটিপূর্ণ হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

## ৩. প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন

ত্রুটি গুরুতর হলে বা সার্ভিসিংয়ে সমাধান সম্ভব না হলে **bush** ও **mounting** প্রতিস্থাপন করা হয়। প্রতিস্থাপনের সময়—

- প্রস্তুতকারকের নির্ধারিত স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী সঠিক **bush/mounting** নির্বাচন করা হয়
- ক্ষতিগ্রস্ত পুরাতন অংশ খুলে ফেলা হয়
- নতুন **bush/mounting** সঠিক অরিয়েন্টেশনে বসানো হয়
- নাট-বোল্ট নির্ধারিত টর্ক অনুযায়ী টাইট করা হয়

## ৪. প্রতিস্থাপনের পর চূড়ান্ত পরীক্ষা

প্রতিস্থাপন শেষে—

- সাসপেনশন অংশগুলোর অ্যালাইনমেন্ট ও ফিটিং পরীক্ষা করা হয়
- টেস্ট ড্রাইভের মাধ্যমে শব্দ, কম্পন ও স্থিতিশীলতা যাচাই করা হয়
- নিশ্চিত করা হয় যে **bush** ও **mounting** সঠিকভাবে কাজ করছে

## বুশ ও মাউন্টিং ব্যবহারে সমস্যা এবং সমাধানঃ

### ১. সমস্যা: বুশ ফেটে যাওয়া বা ছিড়ে যাওয়া

লক্ষণ:

- সাসপেনশন থেকে শব্দ (ক্লিক / ঠক ঠক শব্দ) শোনা যায়।
- গাড়ি চালানোর সময় কম্পন ও কাঁপুনি অনুভূত হয়।

সমাধান:

- ক্ষতিগ্রস্ত বুশ খুলে নতুন বুশ স্থাপন করুন।
- ইনস্টলেশনের সময় বুশ সঠিকভাবে সেন্টার করুন।
- বুশের উপযুক্ত মানের (OEM) অংশ ব্যবহার করুন।

### ২. সমস্যা: বুশ ঢিলা বা আলগা হয়ে যাওয়া

লক্ষণ:

- হইল বা সাসপেনশনে নড়াচড়া অনুভব হয়।
- গাড়ি চালানোর সময় দিক পরিবর্তনের সময় অস্বাভাবিক শব্দ হয়।

সমাধান:

- বুশের চারপাশের ক্ল্যাম্প বা বোল্ট সঠিকভাবে আঁটুন।
- প্রয়োজনে বুশ প্রতিস্থাপন করুন।

### ৩. সমস্যা: মাউন্টিং রাবার ছিড়ে যাওয়া বা ক্ষয় হওয়া

লক্ষণ:

- ইঞ্জিন চালু করলে বা গিয়ার পরিবর্তনের সময় কাঁপুনি হয়।
- ইঞ্জিনের অবস্থান সামান্য পরিবর্তিত দেখা যায়।

সমাধান:

- ক্ষতিগ্রস্ত মাউন্টিং পরিবর্তন করুন।

- ইনস্টলেশনের সময় টর্ক রেঞ্জ দিয়ে নির্দিষ্ট টর্কে বোল্ট আঁটুন।

#### ৪. সমস্যা: মাউন্টিং থেকে ধাতব ঘর্ষণের শব্দ (Metal knocking sound)

লক্ষণ:

- গাড়ি চালানোর সময় ধাতব শব্দ বা “ঠক ঠক” শোনা যায়।
- ইঞ্জিন বা সাসপেনশন নড়াচড়া বেশি করে।

সমাধান:

- মাউন্টিংয়ের বোল্ট টিলা কিনা পরীক্ষা করুন।
- প্রয়োজন হলে মাউন্টিং পরিবর্তন করুন।
- ফিটিং স্থানে ক্ষয় আছে কিনা চেক করুন।

#### ৫. সমস্যা: অনুপযুক্ত বা নিম্নমানের বুশ/মাউন্টিং ব্যবহার

লক্ষণ:

- অল্প সময়েই আবার কম্পন বা শব্দ শুরু হয়।
- স্থিতিশীলতা হারায়।

সমাধান:

- মূল বা মানসম্পন্ন পার্ট ব্যবহার করুন।
- প্রস্তুতকারকের নির্দেশনা অনুসারে ফিটিং করুন।

#### অতিরিক্ত টিপস (Maintenance Tips):

১. প্রতিবার সাসপেনশন সার্ভিসের সময় বুশ ও মাউন্টিং চেক করুন।
২. তেল বা গ্রীস যেন বুশের উপর না পড়ে (রাবার নরম হয়ে যায়)।
৩. গাড়ি চালানোর সময় অতিরিক্ত ঝাঁকুনি বা অফরোড ড্রাইভিং কমান।
৪. ক্ষয় দেখা দিলে দেরি না করে পরিবর্তন করুন।



চিত্রঃ ত্রুটিপূর্ণ বুশ ও মাউন্ড

## সেলফ চেক (Self Check)-৬.৪

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. বুশ (Bush) কী?
২. মাউন্টিং (Mounting) বলতে কী বোঝায়?
৩. যানবাহনে ব্যবহৃত বুশ-এর প্রকারভেদ কী কী?
৪. ইঞ্জিন মাউন্টিং ও সাসপেনশন মাউন্টিং-এর কাজ কী?
৫. বুশ ও মাউন্টিং-এর প্রধান কার্যাবলি কী কী?
৬. মাউন্টিং নষ্ট হলে গাড়িতে কী ধরনের সমস্যা দেখা দিতে পারে?
৭. মাউন্টিং টেস্ট করার সময় কোন লক্ষণগুলো গুরুত্বপূর্ণ?
৮. কোন কোন অবস্থায় বুশ ও মাউন্টিং প্রতিস্থাপন করা জরুরি?
৯. বুশ ও মাউন্টিং প্রতিস্থাপনের সময় কেন সঠিক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ করা উচিত?
১০. বুশ ও মাউন্টিং সার্ভিস বা প্রতিস্থাপনের পর টেস্ট ড্রাইভ কেন প্রয়োজন?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৬.৪

১. বুশ (Bush) হলো রাবার, পলিউরেথেন বা ধাতব-রাবার সংমিশ্রণে তৈরি একটি অংশ, যা দুইটি ধাতব অংশের মাঝখানে বসে কম্পন ও ঘর্ষণ কমায়।
২. মাউন্টিং (Mounting) হলো এমন একটি সংযোগকারী অংশ যার মাধ্যমে ইঞ্জিন, গিয়ারবক্স বা সাসপেনশন গাড়ির ফ্রেমের সাথে সংযুক্ত থাকে।
৩. বুশের প্রকারভেদ হলো—
  - রাবার বুশ
  - পলিউরেথেন বুশ
  - মেটাল বুশ
  - হাইড্রোলিক বুশ
৪. ইঞ্জিন মাউন্টিং ইঞ্জিনকে ফ্রেমে স্থির রাখে এবং কম্পন কমায়; সাসপেনশন মাউন্টিং চাকা ও বডির সংযোগ বজায় রাখে।
৫. বুশ ও মাউন্টিং-এর প্রধান কাজ হলো কম্পন শোষণ, শব্দ কমানো, অংশগুলোকে সঠিক অবস্থানে রাখা এবং আরামদায়ক রাইড নিশ্চিত করা।
৬. মাউন্টিং নষ্ট হলে অতিরিক্ত কম্পন, শব্দ, ইঞ্জিন নড়াচড়া এবং ড্রাইভিং অস্বস্তিকর হয়ে যায়।
৭. মাউন্টিং টেস্টের সময় অস্বাভাবিক শব্দ, ইঞ্জিন কাঁপুনি ও অতিরিক্ত নড়াচড়া লক্ষ্য করা হয়।
৮. বুশ বা মাউন্টিং ফাটা, ছিঁড়ে গেলে, অতিরিক্ত কম্পন সৃষ্টি করলে বা ঠিকভাবে কাজ না করলে প্রতিস্থাপন করা জরুরি।
৯. সঠিক স্পেসিফিকেশন অনুসরণ না করলে সাসপেনশন ব্যালান্স, নিরাপত্তা ও স্থায়িত্ব নষ্ট হতে পারে।
১০. বুশ ও মাউন্টিং সার্ভিস বা প্রতিস্থাপনের পর টেস্ট ড্রাইভ করা হয় যাতে শব্দ, কম্পন ও গাড়ির স্থিতিশীলতা ঠিক আছে কি না নিশ্চিত করা যায়।

## জবশীট (Job Sheet)-৬.৪.১

জবের নাম: বুশ ও মাউন্টিং পরিক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি সমতল স্থানে পার্ক করুন ও হ্যান্ড ব্রেক টানুন।
২. জ্যাক দিয়ে গাড়ি তুলুন এবং নিরাপদভাবে জ্যাক স্ট্যান্ডে সাপোর্ট দিন।
৩. বুশ ও মাউন্টিং এর দৃশ্যমান অবস্থা পরিক্ষা করুন (ফাটল, ছিঁড়ে যাওয়া বা টিলা অংশ আছে কিনা)।
৪. ক্ষতিগ্রস্ত বুশ বা মাউন্টিং খুলে ফেলুন।
৫. নতুন বুশ/মাউন্টিং ইনস্টল করুন সঠিক পজিশনে।
৬. সব বোল্ট ও নাট নির্দিষ্ট টর্কে আঁটুন।
৭. ইনস্টলেশন শেষে গ্রীস বা লুব্রিকেন্ট প্রয়োগ করুন (যদি প্রয়োজন হয়)।
৮. গাড়ি নামিয়ে টেস্ট ড্রাইভ দিয়ে শব্দ ও কম্পন চেক করুন।

### সতর্কতা:

১. জ্যাকের পরিবর্তে সবসময় জ্যাক স্ট্যান্ড ব্যবহার করুন।
২. বুশ বা মাউন্টিং ইনস্টলেশনের সময় অতিরিক্ত টর্ক প্রয়োগ করবেন না।
৩. তেল বা গ্রীস যেন রাবার অংশে না লাগে।
৪. কাজের সময় নিরাপত্তা গ্লাভস ও চোখের প্রটেকশন ব্যবহার করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৬.৪.১

জবের নাম: বুশ ও মাউন্টিং পরিক্ষা ও সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিইসমূহ:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্ট:

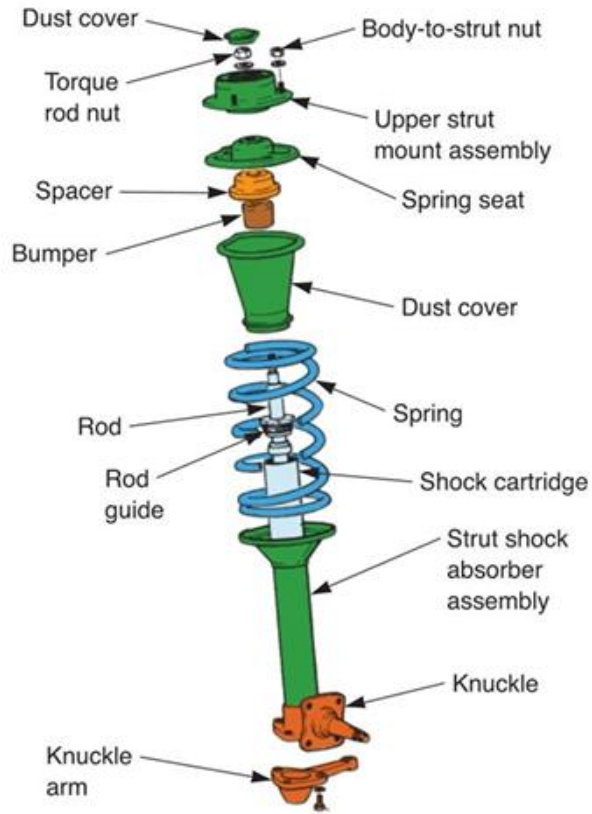
- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- হাইড্রোলিক জ্যাক
- সকেট রেঞ্চ সেট
- গ্রিজ গান

- জ্যাক স্ট্যান্ড
- স্প্যানার সেট

**প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:**

- ক্ল্যাম্প ও মাউন্টিং ব্র্যাকেট
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল
- রাবার বুশ
- লিংক রড

**ডায়াগ্রাম:**



## মডিউল-৭

মডিউলঃ হাইব্রিড সিস্টেম সার্ভিসিং করা  
SICIP-TRA-AAM-07-0

স্কিলস্ ফর ইন্ডাস্ট্রি কম্পিটিটিভনেস এন্ড ইনোভেশন প্রোগ্রাম  
অর্থ বিভাগ, অর্থ মন্ত্রণালয়

**মডিউল শিরোনাম: হাইব্রিড সিস্টেম সার্ভিসিং করা**

**ইউনিট কোড: SICIP-TRA-AAM-07-O**

**নমিনাল আওয়ার: ৬০ ঘন্টা।**

**মডিউলের বর্ণনাঃ**

এই মডিউলটিতে হাইব্রিড সিস্টেম সার্ভিসিং করার জন্য প্রয়োজনীয় জ্ঞান, দক্ষতা এবং মনোভাব অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। এতে বিশেষভাবে হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে পারা, হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি নির্ণয় করা, হাইব্রিড ব্যাটারি সারভিসিং করা, বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণ করা এবং হাইব্রিড সিস্টেমের সমস্যা সমাধান করার কাজগুলি অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

**শিখনফল : মডিউলটি সম্পন্ন করার পর প্রশিক্ষণার্থীরাঃ**

১. হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে পারবে।
২. হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি নির্ণয় করতে পারবে।
৩. হাইব্রিড ব্যাটারি সার্ভিসিং করতে পারবে।
৪. বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।
৫. হাইব্রিড সিস্টেমের সমস্যা সমাধান করতে পারবে।

**অ্যাসেসমেন্ট ক্রাইটেরিয়া:**

১. হাইব্রিড সিস্টেমের মূল উপাদানগুলি বোঝা এবং চিহ্নিত করা হয়েছে।
২. হাইব্রিড সিস্টেমের প্রকারগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
৩. হাইব্রিড সিস্টেমের সুবিধাগুলি বর্ণনা করা হয়েছে।
৪. বৈদ্যুতিক মোটরের কার্যকারিতাগুলি চিহ্নিত এবং ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৫. হাইব্রিড সিস্টেমে অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (ICE) এর কার্যকারিতা ব্যাখ্যা করা হয়েছে।
৬. হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকা স্বীকৃত হয়েছে।
৭. জ্বালানি দক্ষতা উন্নত করতে এবং নির্গমন কমাতে হাইব্রিড উপাদানগুলির একীকরণ করা হয়েছে।
৮. হাইব্রিড সিস্টেমের মৌলিক অপারেটিং নীতিগুলি বোঝানো হয়েছে।
৯. ডায়াগনস্টিক সরঞ্জাম এবং কৌশলগুলির মাধ্যমে হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটিগুলি চিহ্নিত করা হয়েছে।
১০. ত্রুটি কোড এবং ডায়াগনস্টিক সমস্যা কোড (DTC) ECU (ইঞ্জিন নিয়ন্ত্রণ ইউনিট) থেকে পুনরুদ্ধার করা হয়েছে।
১১. বৈদ্যুতিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক এবং পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের কর্মক্ষমতা মূল্যায়ন করা হয়েছে।
১২. চার্জ স্তর, ভোল্টেজ এবং চার্জের অবস্থা (SOC) পরিমাপ করে ব্যাটারির স্বাস্থ্য নির্ণয় করা হয়েছে।
১৩. অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (ICE) এর ত্রুটিগুলি কর্মক্ষমতা পরীক্ষা এবং যান্ত্রিক পরিদর্শনের মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়েছে।
১৪. হাইব্রিড-নির্দিষ্ট উপাদানগুলিতে ত্রুটির জন্য ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৫. হাইব্রিড ব্যাটারি পরিদর্শন করা হয়েছে এবং তাদের অবস্থা মূল্যায়ন করা হয়েছে।
১৬. ব্যাটারির অবস্থা নির্ণয়ের জন্য ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে ব্যাটারির চার্জ লেভেল এবং কোষ জুড়ে ভোল্টেজের ভারসাম্য পরীক্ষা করা হয়েছে।
১৭. ব্যাটারি টার্মিনাল এবং সংযোগগুলি ক্ষয়ের জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে এবং সঠিক বৈদ্যুতিক যোগাযোগ নিশ্চিত করার জন্য কোনও জমাট বাঁধা পরিষ্কার করা হয়েছে।
১৮. ব্যাটারি কুলিং সিস্টেমটি সঠিক কার্যকারিতার জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে।

১৯. ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) পরীক্ষা করা হয়েছে।
২০. ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত ব্যাটারি কোষগুলি সনাক্ত করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২১. প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুসরণ করে প্রয়োজনে ব্যাটারি রিচার্জ করা হয়েছে।
২২. বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম পরিদর্শন করা হয়েছে।
২৩. বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৪. মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেমে বৈদ্যুতিক সংযোগ এবং তারগুলি পরিদর্শন করা হয়েছে।
২৫. বৈদ্যুতিক মোটরের জন্য ব্যাটারি থেকে ডিসি পাওয়ারকে দক্ষতার সাথে এসি পাওয়ারে রূপান্তর করছে কিনা তা নিশ্চিত করার জন্য ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৬. মোটর ব্রাশগুলি ক্ষয়ের জন্য পরীক্ষা করা হয়েছে এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা হয়েছে।
২৭. বৈদ্যুতিক সংকেতের মেরু বদল সম্পর্কিত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা করা হয়েছে।
২৮. কোনও ত্রুটি কোড পরীক্ষা করার জন্য ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করা হয়েছে।
২৯. বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণের পর পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩০. হাইব্রিড সিস্টেম ডায়াগনস্টিকস উপযুক্ত সরঞ্জাম এবং সফটওয়্যার ব্যবহার করে করা হয়েছে।
৩১. ইসিইউ (ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিট) বা হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউল থেকে প্রাপ্ত ত্রুটি কোডগুলি বিশ্লেষণ করা হয়েছে।
৩২. বৈদ্যুতিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক, পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (আইসিই) পরিদর্শন করা হয়েছে।
৩৩. ভোল্টেজের মাত্রা, চার্জের অবস্থা (এসওসি) এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করে ব্যাটারির অবস্থা পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩৪. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম পরীক্ষা করা হয়েছে।
৩৫. তার এবং বৈদ্যুতিক সংযোগ পরিদর্শন করা হয়েছে।
৩৬. ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা (Examine) করা হয়েছে।
৩৭. পুনর্জন্মমূলক ব্রেকিং কার্যকারিতা পরীক্ষা (Test) করা হয়েছে।
৩৮. হাইব্রিড সিস্টেম নিয়ন্ত্রণ মডিউলগুলি পরীক্ষা (Check) করা হয়েছে।

## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৭.১

শিখন ফল-১: হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- হাইব্রিড সিস্টেম এবং এর মূল উপাদানসমূহ
- হাইব্রিড সিস্টেমের ধরণ বা প্রকারসমূহ
- হাইব্রিড সিস্টেমের সুবিধাসমূহ
- বৈদ্যুতিক মোটরের কার্যকারিতা
- হাইব্রিড সিস্টেমে অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (ICE) এর কার্যকারিতা
- হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকা
- জ্বালানি দক্ষতা উন্নত করতে এবং নির্গমন কমাতে হাইব্রিড উপাদানগুলির একীকরণ
- হাইব্রিড সিস্টেমের মৌলিক অপারেটিং নীতিসমূহ

### হাইব্রিড সিস্টেম এবং এর মূল উপাদানসমূহঃ

#### হাইব্রিড ইঞ্জিন (Hybrid Engine)

হাইব্রিড ইঞ্জিন হলো এমন এক ধরনের ইঞ্জিন সিস্টেম যেখানে দুটি শক্তির উৎস একসাথে বা পর্যায়ক্রমে ব্যবহার করে গাড়ি চালানো হয় —একটি অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (Internal Combustion Engine – ICE) এবং অন্যটি ইলেকট্রিক মোটর (Electric Motor)।

#### কাজের প্রক্রিয়া (Working Principle):

১. হাইব্রিড গাড়ি চলার সময় কখনো ইঞ্জিন, কখনো ইলেকট্রিক মোটর, আবার কখনো দুটো একসাথে কাজ করে।
২. যখন কম গতিতে গাড়ি চলে, তখন ইলেকট্রিক মোটর গাড়ি চালায় (ব্যাটারির শক্তি ব্যবহার করে)।
৩. যখন বেশি শক্তি প্রয়োজন হয় (যেমন: পাহাড়ে উঠা বা দ্রুত এক্সিলারেশন), তখন ইঞ্জিন ও মোটর একসাথে কাজ করে।
৪. ব্রেক করার সময় বা গতি কমলে রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম ইলেকট্রিক শক্তি তৈরি করে ব্যাটারিতে সঞ্চয় করে।

#### হাইব্রিড ইঞ্জিনের প্রধান উপাদান (Main Components):

১. **Internal Combustion Engine (ICE)** – পেট্রোল বা ডিজেল জ্বালানি দ্বারা চালিত অংশ।
২. **Electric Motor / Generator** – গাড়িকে চলার জন্য শক্তি দেয় এবং ব্রেকিংয়ের সময় বিদ্যুৎ তৈরি করে।
৩. **Hybrid Battery Pack** – ইলেকট্রিক মোটরের শক্তি সঞ্চয় করে।
৪. **Inverter / Converter** – ব্যাটারি ও মোটরের মধ্যে বিদ্যুৎ রূপান্তর করে।
৫. **Hybrid Control Unit (HCU)** – পুরো সিস্টেমের নিয়ন্ত্রণ করে।
৬. **Transmission System** – ইঞ্জিন ও মোটরের শক্তি চাকার দিকে পাঠায়।

## হাইব্রিড সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহঃ

হাইব্রিড সিস্টেম হলো এমন একটি যানবাহন প্রযুক্তি যেখানে **ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE)** এবং **ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেম** একসাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে। এই সিস্টেম সঠিকভাবে সার্ভিস ও রক্ষণাবেক্ষণ করার জন্য এর প্রধান উপাদানসমূহ ভালোভাবে বোঝা এবং সঠিকভাবে শনাক্ত করা অত্যন্ত জরুরি।

হাইব্রিড সিস্টেমের প্রধান উপাদানসমূহ হলো-

### ১. ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE):

এটি জ্বালানি (পেট্রোল/ডিজেল) ব্যবহার করে যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন করে। হাইব্রিড সিস্টেমে ICE সাধারণত উচ্চ গতি বা বেশি লোডের সময় ব্যবহৃত হয় এবং প্রয়োজনে ব্যাটারি চার্জ করতেও সহায়তা করে।

### ২. ইলেকট্রিক মোটর/জেনারেটর:

ইলেকট্রিক মোটর গাড়ি চালানোর জন্য বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে। একই মোটর অনেক সময় জেনারেটর হিসেবে কাজ করে, যা ব্রেকিংয়ের সময় শক্তি পুনরুদ্ধার করে (Regenerative Braking) ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করে।

### ৩. হাইব্রিড ব্যাটারি প্যাক:

এটি উচ্চ ক্ষমতাসম্পন্ন ব্যাটারি যা ইলেকট্রিক মোটর ও অন্যান্য বৈদ্যুতিক উপাদানে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। সাধারণত লিথিয়াম-আয়ন বা নিকেল-মেটাল হাইড্রাইড ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।

### ৪. ইনভার্টার ও কনভার্টার ইউনিট:

ইনভার্টার ব্যাটারির DC বিদ্যুৎকে AC বিদ্যুতে রূপান্তর করে ইলেকট্রিক মোটর চালায়। কনভার্টার বিভিন্ন ভোল্টেজ লেভেল নিয়ন্ত্রণ ও সরবরাহ করে।

### ৫. পাওয়ার কন্ট্রোল ইউনিট (PCU):

এটি হাইব্রিড সিস্টেমের মস্তিষ্ক হিসেবে কাজ করে। এটি ইঞ্জিন, মোটর, ব্যাটারি ও ট্রান্সমিশনের মধ্যে শক্তি প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।

### ৬. ট্রান্সমিশন সিস্টেম:

ট্রান্সমিশন ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর থেকে উৎপন্ন শক্তিকে চাকার কাছে সঠিকভাবে পৌঁছে দেয় এবং গাড়ির গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণ করে।

### ৭. কুলিং সিস্টেম:

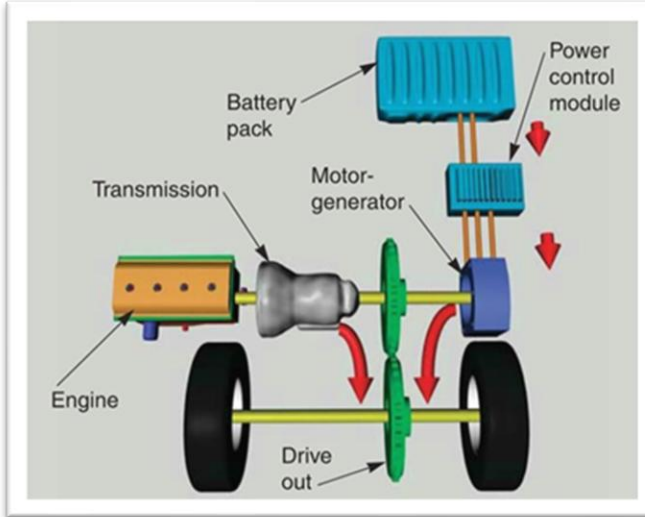
হাইব্রিড সিস্টেমের ব্যাটারি, ইনভার্টার ও মোটর অতিরিক্ত তাপ উৎপন্ন করে। কুলিং সিস্টেম এই উপাদানগুলোকে নিরাপদ তাপমাত্রায় রাখে।

### ৮. উচ্চ ভোল্টেজ তার ও সেফটি ডিভাইস:

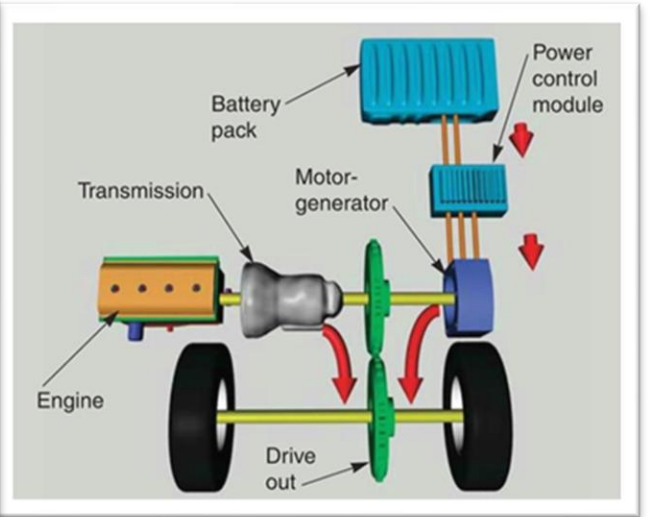
হাইব্রিড যানবাহনে উচ্চ ভোল্টেজ বিদ্যুৎ ব্যবহৃত হয়। এজন্য বিশেষ রঙের (সাধারণত কমলা) কেবল, ফিউজ, রিলে ও সেফটি ইন্টারলক ব্যবহৃত হয়, যা নিরাপদ সার্ভিসিং নিশ্চিত করে।

## হাইব্রিড ইঞ্জিনের ধরন (Types of Hybrid System):

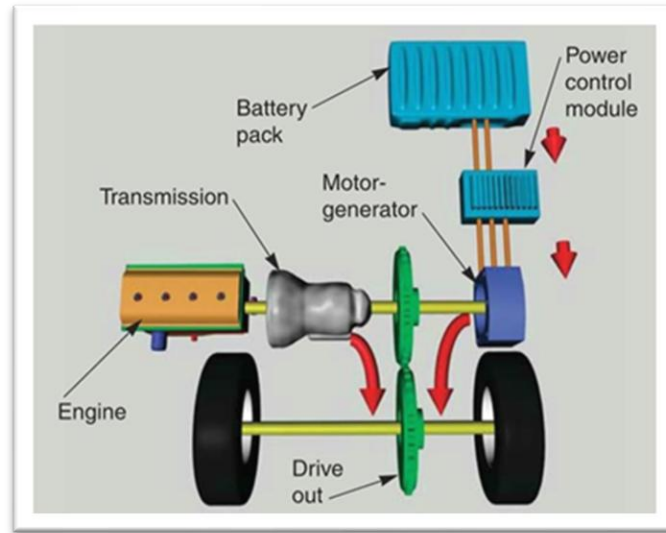
১. **Series Hybrid:** শুধুমাত্র ইলেকট্রিক মোটর চাকা চালায়, ইঞ্জিন শুধু ব্যাটারি চার্জ করে।
২. **Parallel Hybrid:** ইঞ্জিন ও মোটর দুইটিই সরাসরি চাকা চালাতে পারে।
৩. **Series-Parallel Hybrid:** প্রয়োজন অনুযায়ী কখনো ইঞ্জিন, কখনো মোটর, কখনো দুটো একসাথে কাজ করে।



Parallel Hybrid



Series Hybrid



Series-Parallel Hybrid

## হাইব্রিড সিস্টেমের প্রকারভেদঃ

হাইব্রিড সিস্টেম বলতে এমন যানবাহন প্রযুক্তিকে বোঝায় যেখানে একাধিক শক্তির উৎস- সাধারণত ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE) এবং ইলেকট্রিক মোটর- একসাথে কাজ করে। সঠিক সার্ভিসিং, রক্ষণাবেক্ষণ ও ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য বিভিন্ন ধরনের হাইব্রিড সিস্টেম সঠিকভাবে শনাক্ত করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

হাইব্রিড সিস্টেম প্রধানত নিচের প্রকারভেদে বিভক্ত-

### ১. মাইল্ড হাইব্রিড সিস্টেম (Mild Hybrid System)

এই ধরনের হাইব্রিডে ইলেকট্রিক মোটর একা গাড়ি চালাতে পারে না। এটি মূলত ইঞ্জিনকে সহায়তা করে, যেমন- স্টার্ট/স্টপ সিস্টেম, ত্বরণে অতিরিক্ত শক্তি প্রদান এবং ব্রেকিংয়ের সময় শক্তি পুনরুদ্ধার করা। জ্বালানি সাশ্রয় সীমিত হলেও কাঠামো তুলনামূলকভাবে সহজ।

### ২. ফুল হাইব্রিড সিস্টেম (Full Hybrid System)

এই সিস্টেমে গাড়ি শুধুমাত্র ইলেকট্রিক মোটর, শুধুমাত্র ইঞ্জিন অথবা উভয় একসাথে চালানো সম্ভব। কম গতিতে ইলেকট্রিক মোটর এবং বেশি লোডে ইঞ্জিন ব্যবহৃত হয়। এটি সবচেয়ে প্রচলিত ও কার্যকর হাইব্রিড সিস্টেম।

### ৩. প্লাগ-ইন হাইব্রিড সিস্টেম (Plug-in Hybrid System)

এই হাইব্রিডে বড় ক্ষমতার ব্যাটারি থাকে যা বাইরের বিদ্যুৎ উৎস থেকে চার্জ করা যায়। নির্দিষ্ট দূরত্ব পর্যন্ত এটি শুধুমাত্র বিদ্যুৎ ব্যবহার করে চলতে পারে। জ্বালানি খরচ ও পরিবেশ দূষণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমায়ে।

### ৪. সিরিজ হাইব্রিড সিস্টেম (Series Hybrid System)

এই ব্যবস্থায় ইঞ্জিন সরাসরি চাকা চালায় না। ইঞ্জিন শুধু জেনারেটর হিসেবে কাজ করে এবং বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে, যা ইলেকট্রিক মোটরকে চালায়। শহরে যানবাহনের জন্য উপযোগী।

### ৫. প্যারালাল হাইব্রিড সিস্টেম (Parallel Hybrid System)

এখানে ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর উভয়ই সরাসরি চাকা চালাতে পারে। প্রয়োজন অনুযায়ী একা বা একসাথে কাজ করে। কাঠামো সহজ এবং দক্ষতা ভালো।

### ৬. সিরিজ-প্যারালাল হাইব্রিড সিস্টেম

এটি সিরিজ ও প্যারালাল উভয় সিস্টেমের সমন্বয়। বিভিন্ন পরিস্থিতিতে শক্তির উৎস স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরিবর্তিত হয়। উন্নত কর্মক্ষমতা ও সর্বোচ্চ জ্বালানি দক্ষতা প্রদান করে।

### সার্ভিসিংয়ের ক্ষেত্রে গুরুত্ব:

প্রতিটি হাইব্রিড সিস্টেমের গঠন, কাজের ধরন ও উপাদান ভিন্ন হওয়ায় সার্ভিসিং পদ্ধতিও আলাদা হয়। তাই হাইব্রিড সিস্টেমের ধরন সঠিকভাবে শনাক্ত করতে পারলে—

- ত্রুটি নির্ণয় সহজ হয়
- নিরাপদভাবে কাজ করা যায়
- সঠিক টুল ও পদ্ধতি নির্বাচন সম্ভব হয়

### হাইব্রিড সিস্টেমের সুবিধাসমূহঃ

হাইব্রিড সিস্টেম এমন একটি আধুনিক যানবাহন প্রযুক্তি যেখানে ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE) এবং ইলেকট্রিক মোটর একসাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে। এই সমন্বয়ের ফলে হাইব্রিড যানবাহন প্রচলিত যানবাহনের তুলনায় নানাবিধ গুরুত্বপূর্ণ সুবিধা প্রদান করে। নিচে হাইব্রিড সিস্টেমের প্রধান সুবিধাসমূহ বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

## হাইব্রিড ইঞ্জিনের সুবিধা (Advantages):

- ১ জ্বালানি খরচ কম হয়।
- ২ পরিবেশবান্ধব – ধোঁয়া ও দূষণ কম।
- ৩ ইঞ্জিনের আয়ু বৃদ্ধি পায়।
- ৪ নরমাল গাড়ির তুলনায় শব্দ কম হয়।
- ৫ শহরে যানজটে বেশি কার্যকর।

### ১. জ্বালানি সাশ্রয়

হাইব্রিড সিস্টেমে কম গতিতে বা হালকা লোডের সময় ইলেকট্রিক মোটর ব্যবহৃত হয়, ফলে জ্বালানি খরচ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে যায়। ইঞ্জিনের ব্যবহার কম হওয়ায় সামগ্রিকভাবে জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

### ২. পরিবেশ দূষণ ও কার্বন নিঃসরণ হ্রাস

ইলেকট্রিক মোটর ব্যবহারের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO<sub>2</sub>) ও অন্যান্য ক্ষতিকর গ্যাসের নিঃসরণ কম হয়। এর ফলে পরিবেশের উপর নেতিবাচক প্রভাব হ্রাস পায় এবং পরিবেশবান্ধব যানবাহন হিসেবে হাইব্রিড সিস্টেম গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

### ৩. রিজেনারেটিভ ব্রেকিংয়ের মাধ্যমে শক্তি পুনরুদ্ধার

হাইব্রিড সিস্টেমে ব্রেক করার সময় অপচয় হওয়া শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করে ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করা হয়। এই প্রক্রিয়াকে রিজেনারেটিভ ব্রেকিং বলা হয়, যা শক্তির অপচয় কমায় এবং দক্ষতা বাড়ায়।

### ৪. ইঞ্জিনের উপর কম চাপ ও দীর্ঘস্থায়িত্ব

ইলেকট্রিক মোটর ইঞ্জিনকে সহায়তা করায় ইঞ্জিনকে সবসময় সম্পূর্ণ শক্তিতে কাজ করতে হয় না। এর ফলে ইঞ্জিনের ক্ষয় কম হয় এবং ইঞ্জিনের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়।

### ৫. উন্নত পারফরম্যান্স ও মসৃণ চালনা

ইলেকট্রিক মোটর তাৎক্ষণিক টর্ক প্রদান করে, ফলে গাড়ির ত্বরন (acceleration) দ্রুত ও মসৃণ হয়। একই সাথে শব্দ ও কম্পন তুলনামূলকভাবে কম থাকে।

### ৬. কম অপারেটিং ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ

জ্বালানি সাশ্রয়ের পাশাপাশি ব্রেক সিস্টেমের ক্ষয় কম হয় এবং ইঞ্জিনের উপর কম চাপ পড়ায় সার্ভিসিং খরচ তুলনামূলকভাবে কম হয়।

### ৭. শহরে চলাচলের জন্য উপযোগী

ট্রাফিক জ্যামে বা কম গতিতে চলাচলের সময় হাইব্রিড যানবাহন অধিক কার্যকর, কারণ এই অবস্থায় ইলেকট্রিক মোটর প্রধান ভূমিকা পালন করে এবং জ্বালানি অপচয় কম হয়।

## সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্বঃ

হাইব্রিড সিস্টেমের এই সুবিধাসমূহ বোঝার মাধ্যমে একজন সার্ভিস টেকনিশিয়ান-

- সিস্টেমের কার্যকারিতা ভালোভাবে বুঝতে পারে
- গ্রাহককে সঠিক পরামর্শ দিতে পারে
- ত্রুটি নির্ণয় ও রক্ষণাবেক্ষণ সহজভাবে করতে পারে

## অসুবিধা (Disadvantages):

- ১ দাম বেশি।
- ২ ব্যাটারি পরিবর্তন ব্যয়বহুল।
- ৩ মেরামত ও সার্ভিস জটিল।
- ৪ উচ্চ ভোল্টেজ সিস্টেমের কারণে নিরাপত্তা ঝুঁকি থাকে।

## ইলেকট্রিক মোটরের কার্যাবলি শনাক্ত ও ব্যাখ্যাকরনঃ

হাইব্রিড সিস্টেমে ইলেকট্রিক মোটর একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান, যা ইঞ্জিনের সাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে যানবাহনের দক্ষতা, পারফরম্যান্স ও জ্বালানি সাশ্রয় নিশ্চিত করে। ইলেকট্রিক মোটরের বিভিন্ন কার্যাবলি সঠিকভাবে শনাক্ত ও বোঝা হাইব্রিড সিস্টেম সার্ভিসিংয়ের জন্য অপরিহার্য।

নিচে হাইব্রিড সিস্টেমে ইলেকট্রিক মোটরের প্রধান কার্যাবলি বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হলো-

### ১. যানবাহন চালনা (Vehicle Propulsion)

ইলেকট্রিক মোটর ব্যাটারি থেকে প্রাপ্ত বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে গাড়ি চালায়। কম গতি বা হালকা লোডের সময় অনেক হাইব্রিড যানবাহন শুধুমাত্র ইলেকট্রিক মোটরের সাহায্যে চলতে পারে, ফলে জ্বালানি খরচ ও দূষণ কমে।

### ২. ইঞ্জিনকে সহায়তা প্রদান (Assist to Engine)

ত্বরণ (acceleration) বা অতিরিক্ত লোডের সময় ইলেকট্রিক মোটর ইঞ্জিনকে অতিরিক্ত টর্ক সরবরাহ করে। এর ফলে ইঞ্জিনের উপর চাপ কম পড়ে এবং গাড়ির পারফরম্যান্স উন্নত হয়।

### ৩. রিজেনারেটিভ ব্রেকিং (Regenerative Braking)

ব্রেক করার সময় ইলেকট্রিক মোটর জেনারেটর হিসেবে কাজ করে। এই অবস্থায় গাড়ির গতিশক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করে ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করা হয়। এতে শক্তির অপচয় কমে এবং সামগ্রিক দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

### ৪. ইঞ্জিন স্টার্ট করা (Engine Starting)

অনেক হাইব্রিড সিস্টেমে ইলেকট্রিক মোটর স্টার্টার মোটরের ভূমিকা পালন করে। এটি দ্রুত ও নীরবভাবে ইঞ্জিন চালু করতে সাহায্য করে।

### ৫. ব্যাটারি চার্জিং (Battery Charging)

ইলেকট্রিক মোটর/জেনারেটর ইঞ্জিনের সাহায্যে বা রিজেনারেটিভ ব্রেকিংয়ের মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে হাইব্রিড ব্যাটারি চার্জ করে।

### ৬. ইঞ্জিন বন্ধ অবস্থায় সিস্টেম চালু রাখা

ট্রাফিক সিগন্যাল বা জ্যামের সময় ইঞ্জিন বন্ধ থাকলেও ইলেকট্রিক মোটর ও ব্যাটারি বিভিন্ন সিস্টেম (যেমন: এসি, পাওয়ার স্টিয়ারিং) চালু রাখতে পারে। এতে জ্বালানি সাশ্রয় হয়।

## সার্ভিসিংয়ের ক্ষেত্রে গুরুত্ব

ইলেকট্রিক মোটরের কার্যাবলি সঠিকভাবে বোঝা থাকলে—

- মোটর সংক্রান্ত ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করা যায়
- ইনভার্টার ও ব্যাটারির সাথে সম্পর্কিত সমস্যা বোঝা সহজ হয়
- নিরাপদ ও কার্যকর সার্ভিসিং নিশ্চিত করা যায়

## হাইব্রিড সিস্টেমে ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE)-এর কার্যাবলিঃ

হাইব্রিড সিস্টেমে ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE) ইলেকট্রিক মোটরের সাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে যানবাহনের প্রয়োজন অনুযায়ী শক্তি সরবরাহ করে। যদিও হাইব্রিড যানবাহনে ইলেকট্রিক মোটরের ব্যবহার বেশি, তবুও ICE একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ উপাদান হিসেবে বিভিন্ন কার্যাবলি সম্পাদন করে।

নিচে হাইব্রিড সিস্টেমে ICE-এর প্রধান কার্যাবলি বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হলো-

## ১. উচ্চ গতি ও ভারী লোডে শক্তি সরবরাহ

গাড়ি যখন উচ্চ গতিতে চলে বা বেশি লোড বহন করে, তখন ইলেকট্রিক মোটর একা প্রয়োজনীয় শক্তি সরবরাহ করতে পারে না। এ সময় ICE প্রধান শক্তির উৎস হিসেবে কাজ করে এবং যানবাহনকে প্রয়োজনীয় শক্তি প্রদান করে।

## ২. ইলেকট্রিক মোটরকে সহায়তা করা

ত্বরণ (acceleration) বা হঠাৎ বেশি শক্তির প্রয়োজন হলে ICE ইলেকট্রিক মোটরের সাথে একসাথে কাজ করে। এই যৌথ কার্যক্রম গাড়ির পারফরম্যান্স উন্নত করে এবং মসৃণ চালনা নিশ্চিত করে।

## ৩. হাইব্রিড ব্যাটারি চার্জ করা

অনেক হাইব্রিড সিস্টেমে ICE জেনারেটর ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে, যা হাইব্রিড ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করা হয়। ব্যাটারির চার্জ কমে গেলে ICE স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু হয়ে ব্যাটারি চার্জ করতে সাহায্য করে।

## ৪. দীর্ঘ দূরত্বে চলাচলে সহায়তা

ইলেকট্রিক মোটরের সীমিত ব্যাটারি ক্ষমতার কারণে দীর্ঘ দূরত্বে চলাচলের সময় ICE গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। এর ফলে বারবার চার্জ দেওয়ার প্রয়োজন হয় না এবং যানবাহনের চলাচল বাধাগ্রস্ত হয় না।

## ৫. স্থিতিশীল ও নিরবচ্ছিন্ন শক্তি সরবরাহ

ICE নিরবচ্ছিন্নভাবে শক্তি সরবরাহ করতে পারে, যা হাইব্রিড সিস্টেমের সামগ্রিক স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে সহায়তা করে, বিশেষ করে পাহাড়ি রাস্তা বা হাইওয়ে ড্রাইভিংয়ের সময়।

## ৬. জ্বালানি ও শক্তির সর্বোত্তম ব্যবহার নিশ্চিত করা

হাইব্রিড কন্ট্রোল সিস্টেম ICE ও ইলেকট্রিক মোটরের মধ্যে ভারসাম্য বজায় রেখে শক্তির সর্বোত্তম ব্যবহার নিশ্চিত করে। এর ফলে জ্বালানি অপচয় কমে এবং দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

## সার্বিসিংয়ের ক্ষেত্রে গুরুত্ব

ICE-এর কার্যাবলি ভালোভাবে বোঝা থাকলে একজন হাইব্রিড সিস্টেম সার্বিস টেকনিশিয়ান—

- ইঞ্জিন ও মোটরের সমন্বিত কাজ বুঝতে পারে
- ইঞ্জিন-সম্পর্কিত ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করতে পারে
- জ্বালানি ও শক্তি ব্যবস্থাপনা সঠিকভাবে বিশ্লেষণ করতে পারে

## হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকাঃ

হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেম ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE) এবং ইলেকট্রিক মোটর থেকে উৎপন্ন শক্তিকে সঠিকভাবে চাকার কাছে পৌঁছে দেয়। হাইব্রিড সিস্টেমে একাধিক শক্তির উৎস থাকায় ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকা প্রচলিত যানবাহনের তুলনায় আরও বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকা অপরিহার্য, যা ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর থেকে আসা শক্তিকে দক্ষতার সাথে পরিচালনা করে জ্বালানি সাশ্রয়, উন্নত কর্মক্ষমতা ও কম দূষণ নিশ্চিত করে; এটি e-CVT, পাওয়ার-স্প্লিট বা প্ল্যানেটারি গিয়ার সেট-এর মতো উন্নত প্রযুক্তি ব্যবহার করে দুটি শক্তির উৎসের মধ্যে নির্বিঘ্নে শক্তি স্থানান্তর করে, ফলে ইঞ্জিন কম চাপে থাকে এবং ড্রাইভিং অভিজ্ঞতা মসৃণ ও নীরব হয়, যা আধুনিক মোটরযান প্রযুক্তিতে একটি বড় অগ্রগতি।

নিচে হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের প্রধান ভূমিকা বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

## ১. শক্তি স্থানান্তর ও বিতরণ

ট্রান্সমিশন সিস্টেম ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর থেকে আসা শক্তিকে প্রয়োজন অনুযায়ী চাকার কাছে সরবরাহ করে। এটি নির্ধারণ করে কোন উৎস থেকে কতটুকু শক্তি ব্যবহার হবে।

## ২. ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটরের সমন্বয় সাধন

হাইব্রিড যানবাহনে ট্রান্সমিশন সিস্টেম ICE ও ইলেকট্রিক মোটরের মধ্যে সমন্বয় বজায় রাখে। কখন ইঞ্জিন একা কাজ করবে, কখন মোটর একা বা উভয় একসাথে কাজ করবে—এই সমন্বয় ট্রান্সমিশনের মাধ্যমে কার্যকর হয়।

## ৩. গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণ

ট্রান্সমিশন সিস্টেম গিয়ার অনুপাত পরিবর্তনের মাধ্যমে গাড়ির গতি ও টর্ক নিয়ন্ত্রণ করে। এতে কম গতিতে বেশি টর্ক এবং বেশি গতিতে কম টর্ক সঠিকভাবে সরবরাহ করা সম্ভব হয়।

## ৪. জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি

সঠিক গিয়ার অনুপাত ব্যবহারের মাধ্যমে ইঞ্জিন ও মোটরকে সর্বোচ্চ দক্ষতায় কাজ করানো যায়। এর ফলে অপ্রয়োজনীয় শক্তি অপচয় কমে এবং জ্বালানি সাশ্রয় হয়।

## ৫. মসৃণ ও আরামদায়ক চালনা নিশ্চিত করা

হাইব্রিড ট্রান্সমিশন সিস্টেম সাধারণত অটোমেটিক বা e-CVT প্রযুক্তি ব্যবহার করে, যা গিয়ার পরিবর্তনকে মসৃণ ও প্রায় অদৃশ্য করে তোলে। এতে গাড়ি চালানো আরামদায়ক হয়।

## ৬. বিভিন্ন ড্রাইভিং মোড সমর্থন করা

ট্রান্সমিশন সিস্টেম বিভিন্ন ড্রাইভিং মোড যেমন—ইলেকট্রিক মোড, হাইব্রিড মোড ও ইঞ্জিন মোড—সমর্থন করে এবং পরিস্থিতি অনুযায়ী শক্তির উৎস নির্বাচন করতে সহায়তা করে।

## সার্ভিসিংয়ের ক্ষেত্রে গুরুত্ব

ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ভূমিকা সঠিকভাবে বোঝা থাকলে—

- শক্তি স্থানান্তর সংক্রান্ত ত্রুটি শনাক্ত করা সহজ হয়
- ইঞ্জিন ও মোটরের সমন্বয়জনিত সমস্যা নির্ণয় করা যায়
- নিরাপদ ও কার্যকর সার্ভিসিং নিশ্চিত করা যায়

## জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি করতে ও নিঃসরণ কমাতে হাইব্রিড উপাদানসমূহের সমন্বয়ঃ

হাইব্রিড সিস্টেমে ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE), ইলেকট্রিক মোটর, হাইব্রিড ব্যাটারি, ইনভার্টার/কনভার্টার, পাওয়ার কন্ট্রোল ইউনিট (PCU) এবং ট্রান্সমিশন সিস্টেম একসাথে সমন্বিতভাবে কাজ করে। এই উপাদানগুলোর সঠিক সমন্বয়ের মাধ্যমেই জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি পায় এবং ক্ষতিকর গ্যাসের নিঃসরণ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে।

জ্বালানি দক্ষতা বাড়াতে ও নির্গমন কমাতে হাইব্রিড উপাদান (যেমন, পেট্রোল ইঞ্জিন ও বৈদ্যুতিক মোটর) একীভূত করা হয়, যা গাড়ির ওজন কমিয়ে, শক্তিকে কার্যকরভাবে পরিচালনা করে এবং [শহরে পরিবেশে](#) কম জ্বালানি ব্যবহার করে প্রচলিত গাড়ির তুলনায় ২০-৪০% পর্যন্ত জ্বালানি সাশ্রয় ও দূষণ কমাতে পারে, যা পরিবেশের জন্য উপকারী এবং টেকসই পরিবহনের দিকে একটি গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ।

নিচে এই সমন্বয়ের বিষয়টি বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

## ১. শক্তির বুদ্ধিমান বণ্টন (Smart Energy Management)

পাওয়ার কন্ট্রোল ইউনিট (PCU) গাড়ির গতি, লোড ও ব্যাটারির চার্জ অবস্থা বিশ্লেষণ করে নির্ধারণ করে কখন ইঞ্জিন ব্যবহার হবে এবং কখন ইলেকট্রিক মোটর ব্যবহৃত হবে। এর ফলে অপ্রয়োজনীয় জ্বালানি ব্যবহার রোধ হয়।

## ২. কম গতিতে ইলেকট্রিক মোটরের ব্যবহার

শহরে চলাচল বা ট্রাফিক জ্যামের সময় ইলেকট্রিক মোটর ব্যবহৃত হয়। এই অবস্থায় জ্বালানি পোড়ানো লাগে না, ফলে জ্বালানি সাশ্রয় হয় এবং কার্বন নিঃসরণ প্রায় শূন্যে নেমে আসে।

### ৩. রিজেনারেটিভ ব্রেকিংয়ের মাধ্যমে শক্তি পুনরুদ্ধার

ব্রেক করার সময় ইলেকট্রিক মোটর জেনারেটর হিসেবে কাজ করে এবং অপচয় হওয়া গতিশক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করে ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করে। এই শক্তি পুনরায় গাড়ি চালাতে ব্যবহৃত হয়, ফলে জ্বালানি খরচ কমে।

### ৪. ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ দক্ষতা নিশ্চিত করা

ইলেকট্রিক মোটরের সহায়তায় ইঞ্জিনকে সবসময় সর্বোচ্চ লোডে কাজ করতে হয় না। ইঞ্জিনকে তার সবচেয়ে দক্ষ আরপিএম রেঞ্জে চালানো সম্ভব হয়, ফলে জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি পায়।

### ৫. যৌথভাবে শক্তি সরবরাহ (Combined Power Operation)

তরণ বা পাহাড়ি রাস্তায় চলার সময় ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর একসাথে কাজ করে। এতে দ্রুত প্রয়োজনীয় শক্তি পাওয়া যায় এবং ইঞ্জিনকে অতিরিক্ত জ্বালানি পোড়াতে হয় না।

### ৬. স্বয়ংক্রিয় ইঞ্জিন স্টার্ট-স্টপ সিস্টেম

যানবাহন থেমে থাকলে ইঞ্জিন স্বয়ংক্রিয়ভাবে বন্ধ হয়ে যায় এবং চলার সময় আবার চালু হয়। এই প্রক্রিয়াটি হাইব্রিড উপাদানগুলোর সমন্বয়ের ফল, যা জ্বালানি অপচয় ও নিঃসরণ কমায়।

### ৭. নিঃসরণ নিয়ন্ত্রণ ও পরিবেশ সুরক্ষা

হাইব্রিড সিস্টেমে ইঞ্জিন কম সময় চালু দেখায়, ফলে CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ও অন্যান্য ক্ষতিকর গ্যাসের নিঃসরণ উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস পায়। এতে পরিবেশ দূষণ কমে এবং পরিবেশবান্ধব যানবাহন নিশ্চিত হয়।

### সার্ভিসিংয়ের ক্ষেত্রে গুরুত্ব

হাইব্রিড উপাদানগুলোর এই সমন্বয় ভালোভাবে বোঝা থাকলে—

- শক্তি ব্যবস্থাপনা সংক্রান্ত ত্রুটি শনাক্ত করা সহজ হয়
- জ্বালানি দক্ষতা হ্রাসের কারণ নির্ণয় করা যায়
- পরিবেশগত মান বজায় রেখে কার্যকর সার্ভিসিং করা সম্ভব হয়

### হাইব্রিড সিস্টেমের মৌলিক অপারেটিং নীতিসমূহঃ

#### হাইব্রিড ইঞ্জিনের অপারেটিং নীতি-

- **শুরুতে:** বৈদ্যুতিক মোটর দিয়ে শুরু হয়, যা কম শব্দ এবং দূষণকারী পদার্থ নির্গমন কমিয়ে দেয়।
- **ধীর গতিতে:** বৈদ্যুতিক মোটর দিয়ে গাড়ি চালনা করা হয়, যা জ্বালানি সাশ্রয় করে।
- **দ্রুত গতিতে:** প্রয়োজনে উভয় ইঞ্জিন একসাথে কাজ করে।
- **গতি কমানোর সময়:** বৈদ্যুতিক মোটর জ্বালানি পুনরায় ব্যবহার করে, যা ব্যাটারি চার্জ করতে সাহায্য করে।

হাইব্রিড সিস্টেমের মূল উদ্দেশ্য হলো ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটরের সমন্বয়ে জ্বালানি দক্ষতা বৃদ্ধি এবং কার্বন নিঃসরণ কমানো। এর জন্য হাইব্রিড সিস্টেম বিভিন্ন পরিস্থিতিতে স্বয়ংক্রিয়ভাবে শক্তির উৎস নির্বাচন ও ব্যবহার করে। নিচে হাইব্রিড সিস্টেমের মৌলিক কার্যপদ্ধতি সহজভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

### ১. শক্তির উৎস নির্ধারণ (Energy Source Selection)

হাইব্রিড সিস্টেমে দুই ধরনের শক্তি উৎস থাকে-

- **ইঞ্জিন (ICE)**
- **ইলেকট্রিক মোটর (Battery থেকে)**

সিস্টেম স্বয়ংক্রিয়ভাবে নির্ধারণ করে কখন ইঞ্জিন চালু হবে, কখন ইলেকট্রিক মোটর ব্যবহার হবে, অথবা কখন উভয় একসাথে কাজ করবে। সাধারণত:

- **কম গতি / ট্রাফিক জ্যাম:** ইলেকট্রিক মোটর প্রধান শক্তি উৎস
- **উচ্চ গতি / পাহাড়ি পথ / বেশি লোড:** ইঞ্জিন প্রধান শক্তি উৎস

- **ত্বরণ বা অতিরিক্ত শক্তি প্রয়োজন:** ইঞ্জিন + ইলেকট্রিক মোটর একসাথে কাজ করে

## ২. রিজেনারেটিভ ব্রেকিং (Regenerative Braking)

ব্রেক করার সময় গাড়ির গতিশক্তি সাধারণত তাপ হিসেবে নষ্ট হয়। হাইব্রিড সিস্টেমে ইলেকট্রিক মোটর জেনারেটর হিসেবে কাজ করে এই শক্তিকে বিদ্যুতে রূপান্তর করে ব্যাটারিতে সংরক্ষণ করে। এটি জ্বালানি সাশ্রয় এবং শক্তি পুনরুদ্ধারে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

## ৩. ব্যাটারি চার্জিং ও শক্তি পুনরুদ্ধার (Battery Charging & Energy Recovery)

ব্যাটারি চার্জ কমে গেলে ইঞ্জিন স্বয়ংক্রিয়ভাবে চালু হয়ে ব্যাটারি চার্জ করে। এছাড়া ব্রেকিং বা ডাউনহিলে নামার সময়ও শক্তি পুনরুদ্ধার করে ব্যাটারিতে জমা হয়। এই প্রক্রিয়ার ফলে ব্যাটারির শক্তি সবসময় পর্যাপ্ত থাকে এবং গাড়ির কার্যক্ষমতা বজায় থাকে।

## ৪. ইঞ্জিন স্টার্ট-স্টপ (Start-Stop) কার্যপদ্ধতি

ট্রাফিক লাইটে থামলে বা গাড়ি স্টপ অবস্থায় থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে যায় এবং প্রয়োজন হলে ইলেকট্রিক মোটর/ব্যাটারি থেকে সিস্টেম চালু থাকে। এতে জ্বালানি অপচয় কমে এবং পরিবেশ দূষণ কমে।

## ৫. শক্তির সমন্বিত ব্যবহার (Combined Power Operation)

কিছু পরিস্থিতিতে (যেমন দ্রুত ত্বরণ, ঢালু রাস্তা) ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটর একসাথে শক্তি প্রদান করে। এতে গাড়ির পারফরম্যান্স উন্নত হয় এবং জ্বালানি দক্ষতা বজায় থাকে।

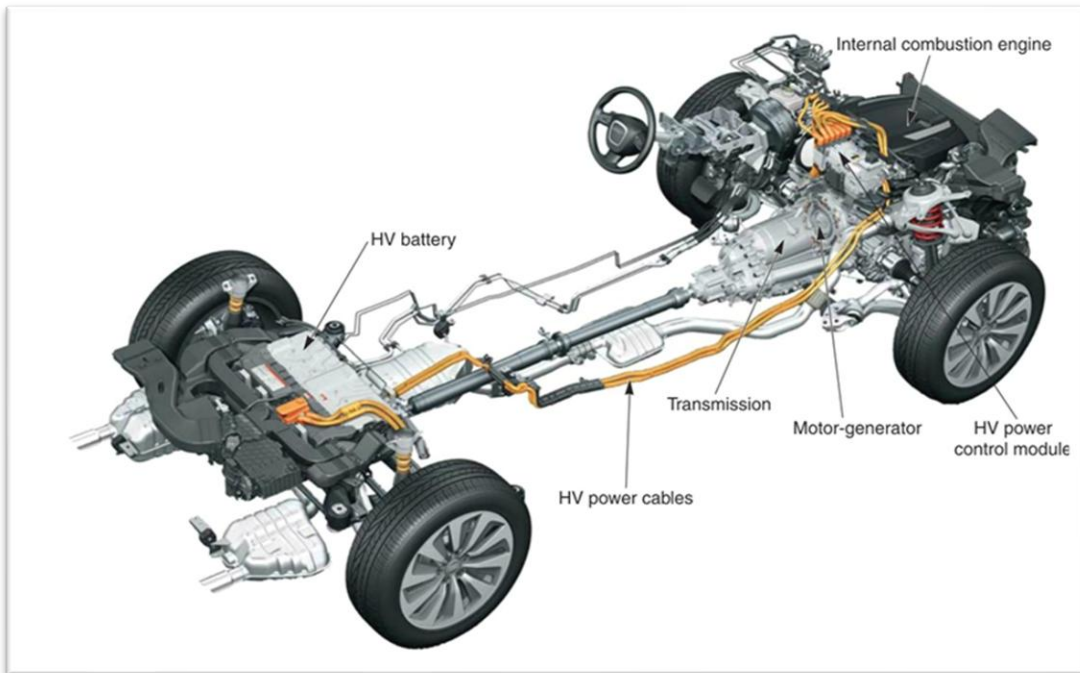
## ৬. সিস্টেম কন্ট্রোল ও মনিটরিং (System Control & Monitoring)

হাইব্রিড সিস্টেমে পাওয়ার কন্ট্রোল ইউনিট (PCU) এবং ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল ইউনিট (ECU) বিভিন্ন সেন্সর থেকে তথ্য সংগ্রহ করে (যেমন গতি, ব্যাটারি ভোল্টেজ, তাপমাত্রা)। এরপর সিস্টেমকে সঠিকভাবে পরিচালনা করে।

## সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব-

হাইব্রিড সিস্টেমের মৌলিক কার্যপদ্ধতি বোঝা থাকলে একজন সার্ভিস টেকনিশিয়ান

- সিস্টেমের কাজের লজিক বুঝতে পারে
- কোন পরিস্থিতিতে কোন উপাদান কাজ করে তা সনাক্ত করতে পারে
- ত্রুটি নির্ণয় ও রক্ষণাবেক্ষণ আরও সহজে করতে পারে



চিত্র: একটি আধুনিক হাইব্রিড ডাইভ সিস্টেমের প্রধান উপাদানগুলি

# SERVICE HYBRID SYSTEM

Hybrid System Components, Types, Benefits, Functions & Faults

## • What is a Hybrid System?

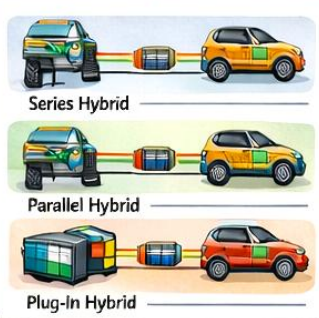
- Internal Combustion Engine (ICE) + Electric Motor
- Fuel Efficiency
- Reduced Emissions
- Improved Performance



## 1. Key Components



## 2. Types of Hybrid



## 3. Benefits

- ✓ Fuel Efficiency
- ✓ Reduced Emissions
- ✓ Regenerative Braking
- ✓ Smooth Performance

## 3. Benefits

- ✓ Fuel Efficiency
- ✓ Reduced Emissions
- ✓ Regenerative Braking
- ✓ Smooth Performance

## 6. Role of Transmission

- ✓ Power Distribution
- ✓ Smooth Transition
- ✓ Regen Braking
- ✓ Energy Management

## 4. Functions of Electric Motor

- ✓ Low Speed Drive
- ✓ Regenerative Braking
- ✓ Assist to ICE
- ✓ Silent Operation

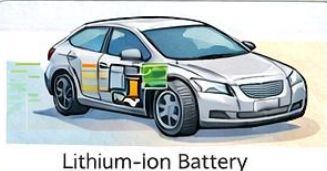
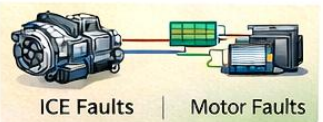
## 5. Functions of ICE

- ✓ Primary Power
- ✓ Battery Charging
- ✓ Assist Motor
- ✓ Regen Integration

## 6. Role of Transmission

- ✓ Power Distribution
- ✓ Smooth Transition
- ✓ Regen Braking
- ✓ Energy Management

## 7. Common Faults



## • ICE + Electric Motor work together

- ✓ Fuel Efficiency
- ✓ Reduced Emissions
- ✓ Improved Performance



✓ ICE + Electric Motor work together    ✓ Improved Performance

## সেলফ চেক (Self Check)-৭.১

### বহু নির্বাচনী প্রশ্নঃ

১. হাইব্রিড সিস্টেমে শক্তি সরবরাহের জন্য কোন দুটি উৎস ব্যবহৃত হয়?

ক) তেল ও গ্যাস      খ) পেট্রোল ও ব্যাটারি      গ) পানি ও বায়ু      ঘ) কয়লা ও ডিজেল

২. হাইব্রিড সিস্টেমে “ইলেকট্রিক মোটর” এর কাজ কী?

ক) গাড়ির আলো জ্বালানো      খ) ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখা      গ) গাড়ি চালানোর জন্য শক্তি সরবরাহ করা  
ঘ) ব্যাটারি চার্জ করা

৩. নিচের কোনটি হাইব্রিড সিস্টেমের একটি প্রধান উপাদান?

ক) রেডি়েটর      খ) হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিট (HCU)      গ) ক্লাচ প্লেট      ঘ) ফ্যান বেল্ট

৪. রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেমের কাজ কী?

ক) গাড়ির গতি বাড়ানো      খ) গাড়ির ওজন কমানো      গ) ব্রেক করার সময় শক্তি পুনরুদ্ধার করা  
ঘ) ইঞ্জিন ঠান্ডা রাখা

৫. নিচের কোনটি হাইব্রিড গাড়ির ব্যাটারির ধরন নয়?

ক) লিথিয়াম-আয়ন      খ) নিকেল মেটাল হাইড্রাইড      গ) লেড-অ্যাসিড      ঘ) সুপার ক্যাপাসিটর

### শূন্যস্থান পূরণঃ

০৬. হাইব্রিড সিস্টেমে দুটি শক্তি উৎস হলো \_\_\_\_\_ ও \_\_\_\_\_।

০৭. হাইব্রিড গাড়িতে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে \_\_\_\_\_ মোটর।

০৮. হাইব্রিড সিস্টেমে ব্রেক করার সময় শক্তি পুনরুদ্ধার হয় \_\_\_\_\_ ব্রেকিং সিস্টেমের মাধ্যমে।

০৯. হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিটের সংক্ষিপ্ত রূপ হলো \_\_\_\_\_।

১০. হাইব্রিড গাড়িতে ব্যাটারির কাজ হলো শক্তি \_\_\_\_\_ ও \_\_\_\_\_ করা।

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৭.১

### বহু নির্বাচনী প্রশ্নঃ

১. উত্তর: খ) পেট্রোল ও ব্যাটারি
২. উত্তর: গ) গাড়ি চালানোর জন্য শক্তি সরবরাহ করা
৩. উত্তর: খ) হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিট (HCU)
৪. উত্তর: গ) ব্রেক করার সময় শক্তি পুনরুদ্ধার করা
৫. উত্তর: গ) লেড-অ্যাসিড

### শূন্যস্থান পূরণঃ

৬. উত্তর: ইঞ্জিন ও মোটর
৭. উত্তর: ইলেকট্রিক
৮. উত্তর: রিজেনারেটিভ
৯. উত্তর: HCU
১০. উত্তর: সঞ্চয়, সরবরাহ

## জবশীট (Job Sheet)-৭.১.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে ও শনাক্ত করতে পারা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়িটি নিরাপদ স্থানে পার্ক করুন এবং “হাইব্রিড সেফটি সুইচ” বন্ধ করা
২. হাইব্রিড সিস্টেমের প্রধান অংশগুলো (ইঞ্জিন, ব্যাটারি, মোটর, ইনভার্টার, HCU) শনাক্ত করা
৩. প্রতিটি অংশের অবস্থান ও সংযোগ বোর্ডের জন্য ডায়াগ্রাম ব্যবহার করা
৪. স্ক্যান টুলের সাহায্যে সিস্টেমের অবস্থা চেক করা
৫. ব্যাটারির ভোল্টেজ ও মোটরের সংযোগ সঠিক আছে কিনা পরিমাপ করা
৬. রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম কীভাবে শক্তি পুনরুদ্ধার করে তা পর্যবেক্ষণ করা
৭. সব অংশ সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা যাচাই করে রিপোর্ট তৈরি করা

### সতর্কতা (Caution):

- হাইব্রিড সিস্টেমে উচ্চ ভোল্টেজ (High Voltage) থাকে — সবসময় ইনসুলেটেড গ্লাভস ব্যবহার করা
- সেফটি সুইচ বন্ধ না করে কখনো কাজ শুরু না করা
- ভেজা হাতে বা ধাতব যন্ত্র দিয়ে ব্যাটারি অংশ না স্পর্শ করা
- ইলেকট্রিক্যাল সংযোগের সময় প্রশিক্ষকের উপস্থিতিতে কাজ করা

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৭.১.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে ও শনাক্ত করতে পারা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি
- গগলস
- সেফটি সু

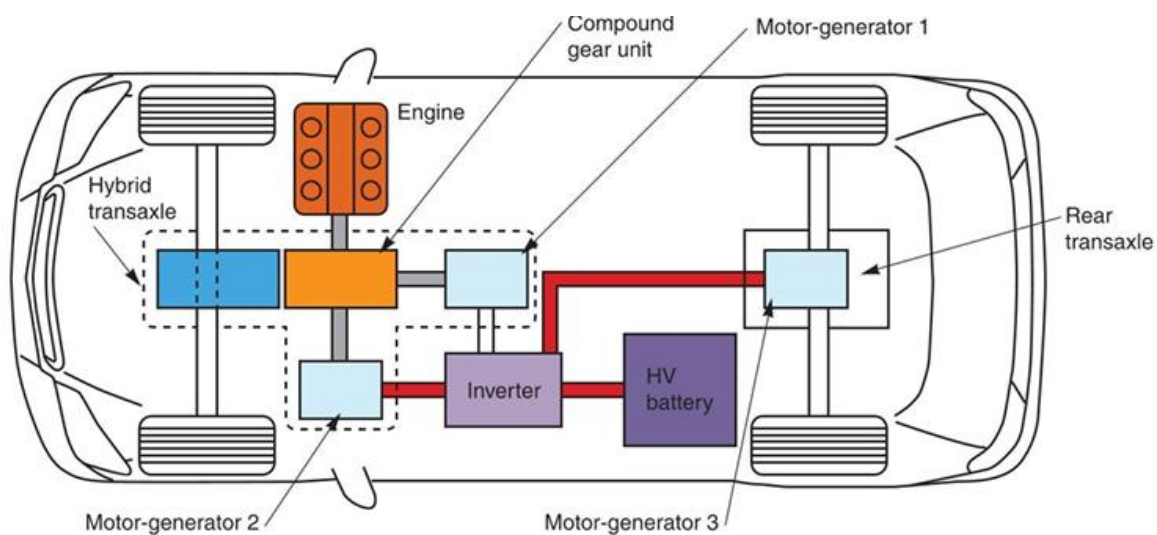
### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

- স্ক্রু ড্রাইভার সেট
- টর্ক রেঞ্জ
- স্ক্যান টুল (Hybrid Diagnostic Scanner)
- মাল্টিমিটার

প্রয়োজনীয় কাঁচামাল :

- ফিউজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল

ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৭.২

শিখন ফল-২: হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি নির্ণয় করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- ✓ হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি সনাক্তকরণ
- ✓ ত্রুটি কোড এবং ডায়াগনস্টিক সমস্যা কোড (DTC) ECU থেকে পুনরুদ্ধার
- ✓ বৈদ্যুতিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক এবং পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের কর্মক্ষমতা মূল্যায়ন
- ✓ চার্জের স্তর, ভোল্টেজ এবং চার্জের অবস্থা (SOC) পরিমাপ করে ব্যাটারির স্বাস্থ্য নির্ণয়
- ✓ অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনের (ICE) ত্রুটি নির্ণয়
- ✓ হাইব্রিড-নির্দিষ্ট উপাদানগুলিতে ত্রুটির জন্য ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা

### হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি সনাক্তকরণঃ

ডায়াগনস্টিক টুল ও কৌশলের মাধ্যমে হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি শনাক্ত করা-

হাইব্রিড সিস্টেমে ত্রুটি নির্ণয় করা সাধারণ ইঞ্জিন বা সাধারণ বৈদ্যুতিক সিস্টেমের তুলনায় অনেক বেশি জটিল। কারণ এখানে উচ্চ ভোল্টেজ ব্যাটারি, ইনভার্টার, ইলেকট্রিক মোটর, কন্ট্রোল ইউনিট ইত্যাদি একসাথে কাজ করে। তাই সঠিকভাবে ত্রুটি শনাক্ত করতে ডায়াগনস্টিক টুল ও বিভিন্ন কৌশল ব্যবহার করা হয়।

নিচে এই পয়েন্টটি বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

#### ১. ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার

হাইব্রিড সিস্টেমে ত্রুটি শনাক্ত করতে বিভিন্ন ধরনের ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করা হয়, যেমন-

- **OBD-II স্ক্যানার (On-Board Diagnostic Scanner)** এই স্ক্যানারের মাধ্যমে সিস্টেমের ECU থেকে ফোল্ট কোড (DTC) সংগ্রহ করা হয়। যেমন— ব্যাটারি, ইনভার্টার, মোটর বা সেন্সর ত্রুটি ইত্যাদি।
- **হাইভোল্টেজ টেস্টার/মাল্টিমিটার** ব্যাটারি ভোল্টেজ, ইনভার্টার আউটপুট, মোটর ভোল্টেজ ইত্যাদি পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়।
- **ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার (Megger)** উচ্চ ভোল্টেজ কেবলের ইনসুলেশন ক্ষতি আছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়।
- **স্ট্যান্ডার্ড ডায়াগনস্টিক সফটওয়্যার/ম্যানুয়াল টুল** অনেক হাইব্রিড গাড়িতে বিশেষ সফটওয়্যার ব্যবহার করে লাইভ ডেটা (যেমন ব্যাটারি টেম্পারেচার, ইনভার্টার স্টেট, মোটর কারেন্ট) দেখা হয়।

#### ২. ডায়াগনস্টিক কৌশল ও পদ্ধতি

ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য সাধারণত নিম্নোক্ত কৌশলগুলো ব্যবহার করা হয়—

##### (ক) ফোল্ট কোড পড়া ও বিশ্লেষণ

OBD-II স্ক্যানার দিয়ে ফোল্ট কোড সংগ্রহ করা হয়। এরপর কোডের অর্থ বুঝে সমস্যা কোন অংশে তা নির্ধারণ করা হয়। যেমন-

- ব্যাটারি তাপমাত্রা বেশি

- ইনভার্টার ত্রুটি
- মোটর ফেজ ত্রুটি ইত্যাদি।

#### (খ) লাইভ ডেটা মনিটরিং

ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে লাইভ ডেটা দেখা হয়-

- ব্যাটারি ভোল্টেজ
- মোটর কারেন্ট
- ইনভার্টার তাপমাত্রা
- সেন্সর রিডিং ইত্যাদি এর মাধ্যমে সমস্যা কোথায় তা দ্রুত নির্ণয় করা যায়।

#### (গ) ভিজুয়াল ও ফিজিক্যাল পরীক্ষা

- কেবল সংযোগ সঠিক আছে কিনা
- লুজ কানেকশন আছে কিনা
- কেবল বা কম্পোনেন্টে ক্ষতি আছে কিনা
- ফিউজ/রিলে ঠিক আছে কিনা এইগুলো চেক করা হয়।

#### (ঘ) ধাপে ধাপে বিচ্ছিন্ন করে পরীক্ষা (Isolation Testing)

সমস্যা নির্দিষ্ট করতে বিভিন্ন কম্পোনেন্ট আলাদা করে পরীক্ষা করা হয়। যেমন- ব্যাটারি, ইনভার্টার, মোটর, সেন্সর ইত্যাদি আলাদা করে যাচাই করা।

### ৩. নিরাপত্তা ও সতর্কতা

হাইব্রিড সিস্টেমে উচ্চ ভোল্টেজ ব্যবহৃত হয়। তাই ডায়াগনস্টিক করার সময় নিরাপত্তা বজায় রাখা খুব গুরুত্বপূর্ণ-

- সঠিক PPE ব্যবহার (হাইভোল্টেজ গ্লাভস, আইসোলেশন টুল ইত্যাদি)
- ব্যাটারি সিস্টেমকে নিরাপদভাবে বিচ্ছিন্ন করা
- ডায়াগনস্টিক টুলের নির্দেশনা মেনে চলা

#### সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

ডায়াগনস্টিক টুল ও কৌশল ব্যবহার করে ত্রুটি শনাক্ত করতে পারলে-

- সমস্যা দ্রুত নির্ণয় করা যায়
- অপ্রয়োজনীয় অংশ বদলানোর ঝুঁকি কমে
- নিরাপদ ও সঠিক সার্ভিসিং নিশ্চিত হয়

#### উদ্দেশ্য (Purpose):

- ১ হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি সঠিকভাবে চিহ্নিত করা।
- ২ সিস্টেমের কর্মক্ষমতা বজায় রাখা।
- ৩ ইঞ্জিন ও ব্যাটারির আয়ু বৃদ্ধি করা।
- ৪ পরিবেশ দূষণ ও শক্তি অপচয় রোধ করা।

#### ইঞ্জিন এবং বৈদ্যুতিক সিস্টেমের ত্রুটি:

- কারণ: হাইব্রিড গাড়ির বৈদ্যুতিক সিস্টেম খুবই জটিল এবং সেন্সর-নির্ভর। এর কোনো অংশে ত্রুটি হলে ইঞ্জিন বা ইলেকট্রিক সিস্টেমে সমস্যা দেখা দিতে পারে।
- সমাধান: এটি একটি জটিল সমস্যা। একজন বিশেষজ্ঞের মাধ্যমে পরীক্ষা করানো উচিত।

### ওয়ানিং লাইট জ্বলে ওঠা:

- **কারণ:** এটি বিভিন্ন কারণে হতে পারে, এবং সমস্যার গুরুত্ব অনুযায়ী এটি লাল বা অ্যাম্বার রঙের হতে পারে।
- **সমাধান:** গাড়িটি নিরাপদ স্থানে থামিয়ে ইঞ্জিন বন্ধ করুন। দুই মিনিট অপেক্ষা করে পুনরায় চালু করুন। যদি বাতিটি জ্বলতেই থাকে, তাহলে দ্রুত একজন মেকানিককে দেখান।

### কুল্যান্ট এবং এয়ার ফিল্টারের সমস্যা:

- **কারণ:** কুল্যান্ট সিস্টেম ইঞ্জিন ও ইলেকট্রনিক্সকে সঠিক তাপমাত্রায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ। এয়ার ফিল্টার অপরিষ্কার থাকলে ইঞ্জিনের পারফরম্যান্সে সমস্যা হতে পারে।
- **সমাধান:** নিয়মিত কুল্যান্ট এবং এয়ার ফিল্টার পরীক্ষা ও প্রয়োজনে পরিবর্তন করুন।

### ইঞ্জিনের অস্বাভাবিক শব্দ বা কর্মক্ষমতা হ্রাস:

- **কারণ:** এটি ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ কোনো সমস্যার লক্ষণ হতে পারে।
- **সমাধান:** নিয়মিত পরিদর্শন এবং প্রয়োজনে সার্ভিসিং করানো দরকার।

### হাইব্রিড ব্যাটারির সমস্যা:

- **কারণ:** হাইব্রিড গাড়ির ব্যাটারি প্যাকেজের দাম বেশি এবং এটি একটি প্রধান খরচ। সময়ের সাথে সাথে এর কার্যকারিতা কমে যেতে পারে।
- **সমাধান:** ব্যাটারির চার্জ শেষ হলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে ইঞ্জিন চালু হয়ে যায়, তাই স্বাভাবিকভাবে চললে সমস্যা হয় না। তবে ব্যাটারির আয়ু শেষ হয়ে গেলে এটি একটি বড় খরচ হতে পারে।



চিত্রঃ হাইব্রিড সিস্টেম

### ত্রুটি নির্ণয়ের ধাপসমূহ (Steps of Fault Diagnosis):

১. **ভিজুয়াল পরিদর্শন:** কানেকশন, তার, সেন্সর ও কন্ট্রোল ইউনিটে দৃশ্যমান ত্রুটি আছে কিনা পরীক্ষা।
২. **ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা:** স্ক্যান টুল দিয়ে DTC (Diagnostic Trouble Code) পড়া।
৩. **ইলেকট্রিক্যাল টেস্ট:** ব্যাটারি ভোল্টেজ, মোটর রেজিস্ট্যান্স, কানেকশন চেক করা।
৪. **সফটওয়্যার বিশ্লেষণ:** হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিট (HCU) ডাটা রিডিং করে সিস্টেম অপারেশন পর্যবেক্ষণ।
৫. **ত্রুটি নিরসন:** যেই অংশে সমস্যা পাওয়া যায়, সেটি মেরামত, পরিবর্তন বা পুনঃপ্রোগ্রামিং করা হয়।
৬. **ফাইনাল টেস্ট:** সমস্যা সমাধানের পর পুনরায় স্ক্যান করে নিশ্চিত হওয়া হয় ত্রুটি দূর হয়েছে কিনা।

### ক. বৈদ্যুতিক মোটর (Motor)

- দক্ষতা: ইনপুট বিদ্যুতের তুলনায় আউটপুট যান্ত্রিক শক্তি যাচাই।
- টর্ক ও স্পিড: ডায়নামোমিটার দিয়ে বিভিন্ন লোডে মোটরের ক্ষমতা পরীক্ষা।
- তাপমাত্রা: উইন্ডিং এবং ম্যাগনেটের তাপ সহনশীলতা দেখা।

### খ. ব্যাটারি প্যাক (Battery)

- SoH (State of Health): ব্যাটারির বর্তমান আয়ু বা ধারণক্ষমতা যাচাই।
- SoC (State of Charge): চার্জের স্থিতি এবং ডিসচার্জ হওয়ার হার দেখা।
- থার্মাল চেক: চার্জিংয়ের সময় ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হচ্ছে কি না তা পরীক্ষা।

### গ. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স (Inverter/Converter)

- রূপান্তর দক্ষতা: DC থেকে AC-তে রূপান্তরের সময় শক্তির অপচয় পরিমাপ।
- সিগন্যাল কন্ট্রোল: মোটর কন্ট্রোলারের সঠিক সংকেত পাঠানোর সক্ষমতা যাচাই।
- নিরাপত্তা: শর্ট সার্কিট বা ওভার-ভোল্টেজ সুরক্ষা ব্যবস্থা পরীক্ষা।

### ECU থেকে ত্রুটি কোড ও ডায়াগনস্টিক ট্রাবল কোড (DTC) সংগ্রহ করা:

হাইব্রিড যানবাহনে ECU (Engine Control Unit) হলো সিস্টেমের মস্তিষ্ক। এটি গাড়ির বিভিন্ন সেন্সর, অ্যাকচুয়েটর এবং কম্পোনেন্ট থেকে তথ্য সংগ্রহ করে, বিশ্লেষণ করে এবং সিস্টেমের সঠিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করে। যদি কোন অংশে ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা যায়, ECU সেটি ত্রুটি কোড (Error Code) বা ডায়াগনস্টিক ট্রাবল কোড (DTC) হিসেবে সংরক্ষণ করে। এই কোডগুলো সংগ্রহ করে বিশ্লেষণ করা হলে সমস্যা কোথায় আছে তা নির্ণয় করা সহজ হয়।

### ১. DTC কী?

DTC হলো একটি নির্দিষ্ট কোড যা কোনো নির্দিষ্ট ত্রুটিকে নির্দেশ করে। উদাহরণস্বরূপ-

- ব্যাটারি তাপমাত্রা বেশি
- ইনভার্টার ত্রুটি
- মোটর কারেন্ট অনিয়মিত
- সেন্সর সংকেত হারানো ইত্যাদি।

প্রতি কোডের সাথে একটি নির্দিষ্ট বর্ণনা থাকে, যা সার্ভিস টেকনিশিয়ানকে সমস্যার জায়গা নির্ধারণে সহায়তা করে।

### ২. ECU থেকে DTC সংগ্রহের প্রক্রিয়া

ECU থেকে DTC সংগ্রহ করতে সাধারণত নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়—

#### (ক) ডায়াগনস্টিক টুল সংযোগ

- OBD-II পোর্টে ডায়াগনস্টিক স্ক্যানার বা বিশেষ ডায়াগনস্টিক টুল সংযোগ করা হয়।
- হাইব্রিড গাড়ির ক্ষেত্রে কিছু গাড়িতে বিশেষ ডায়াগনস্টিক পোর্টও থাকতে পারে।

#### (খ) ECU-এর সাথে কমিউনিকেশন স্থাপন

ডায়াগনস্টিক টুল ECU-এর সাথে সংযোগ স্থাপন করে। এরপর টুলের মাধ্যমে ECU থেকে ডেটা পড়া শুরু হয়।

#### (গ) DTC রিড করা

ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে ECU-তে সেভ করা DTC গুলো প্রদর্শিত হয়। প্রতিটি কোডের সাথে তার বর্ণনা এবং কখন/কী অবস্থায় ত্রুটি হয়েছে তার তথ্য পাওয়া যায়।

#### (ঘ) DTC সংরক্ষণ ও নোট করা

ডায়াগনস্টিক রিপোর্ট প্রিন্ট করা বা নোট করা হয়, যাতে পরবর্তী ত্রুটি নির্ণয় ও সার্ভিসিং সহজ হয়।

### ৩. DTC বিশ্লেষণ ও অর্থ নির্ধারণ

প্রতিটি DTC-এর একটি নির্দিষ্ট মানে থাকে। উদাহরণস্বরূপ—

- **P0xxx** সিরিজ কোড সাধারণত পাওয়ার ট্রেন বা ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেম সম্পর্কিত।
- **B0xxx** বা **U0xxx** সিরিজ কোড অন্যান্য ইলেকট্রনিক সিস্টেম বা যোগাযোগ ত্রুটি নির্দেশ করতে পারে।

ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে কোডের বিস্তারিত বর্ণনা ও সম্ভাব্য কারণ জানা যায়।

### ৪. DTC-এর গুরুত্ব

ECU থেকে DTC সংগ্রহ করলে—

- সমস্যা নির্দিষ্ট কম্পোনেন্ট/সেন্সর পর্যন্ত সীমাবদ্ধ করা যায়
- অপ্রয়োজনীয় পরীক্ষা-নিরীক্ষা কমে
- দ্রুত ও সঠিক সার্ভিসিং সম্ভব হয়
- পুনরায় একই ত্রুটি না হওয়ার নিশ্চয়তা পাওয়া যায়

### ৫. নিরাপত্তা ও সতর্কতা

হাইব্রিড সিস্টেমে উচ্চ ভোল্টেজ ব্যবহৃত হয়, তাই DTC রিড করার সময় নিরাপত্তা বজায় রাখা জরুরি—

- ডায়াগনস্টিক টুলের সঠিক ব্যবহার
- ব্যাটারি বা সিস্টেমের উপর কোনো ক্ষতি না হয় তা নিশ্চিত করা
- প্রয়োজন হলে গাড়ি নিরাপদ স্থানে রাখা

### ইলেকট্রিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক ও পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের কার্যক্ষমতা মূল্যায়নঃ

হাইব্রিড সিস্টেমে ইলেকট্রিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক এবং পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স (ইনভার্টার/কনভার্টার) এর কার্যক্ষমতা ঠিক থাকলে গাড়ি মসৃণভাবে চলবে, জ্বালানি সাশ্রয় হবে এবং ত্রুটি কম হবে। তাই সিস্টেমে সমস্যা থাকলে প্রথমেই এই উপাদানগুলোর কার্যক্ষমতা পরীক্ষা ও মূল্যায়ন করা হয়।

নিচে প্রতিটি উপাদানের কার্যক্ষমতা মূল্যায়নের পদ্ধতি ও লক্ষ্য ব্যাখ্যা করা হলো-

### ১. ইলেকট্রিক মোটরের কার্যক্ষমতা মূল্যায়ন

ইলেকট্রিক মোটরের পারফরম্যান্স নির্ধারণ করতে সাধারণত নিচের বিষয়গুলো পরীক্ষা করা হয়-

#### (ক) ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরীক্ষা

- মোটরে সঠিক ভোল্টেজ ও কারেন্ট যাচ্ছে কিনা তা মিটার দিয়ে পরিমাপ করা হয়।
- অতিরিক্ত কারেন্ট বা কম কারেন্ট থাকলে মোটরে ত্রুটি বা লোড সমস্যা থাকতে পারে।

#### (খ) মোটরের তাপমাত্রা পরীক্ষা

- দীর্ঘ সময় চাললে মোটরের তাপমাত্রা কত বেড়ে যায় তা দেখা হয়।
- অতিরিক্ত তাপমাত্রা মোটরের ক্ষতি বা ইনসুলেশন দুর্বলতা নির্দেশ করতে পারে।

#### (গ) শব্দ ও কম্পন নিরীক্ষণ

- মোটর চালানোর সময় অস্বাভাবিক শব্দ বা অতিরিক্ত কম্পন থাকলে মোটরের বিয়ারিং, স্টেটর/রোটর বা ইনসুলেশন সমস্যা হতে পারে।

#### (ঘ) ফেজ ও ইনসুলেশন টেস্ট

- মোটরের ফেজ (Phase) সমান আছে কিনা এবং ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

## ২. ব্যাটারি প্যাকের কার্যক্ষমতা মূল্যায়ন

ব্যাটারি প্যাকের কার্যক্ষমতা নির্ণয়ের জন্য নিম্নোক্ত বিষয়গুলো পরীক্ষা করা হয়-

### (ক) ভোল্টেজ ও চার্জ স্টেট (SOC) পরীক্ষা

- ব্যাটারি প্যাকের মোট ভোল্টেজ এবং সেলভিত্তিক ভোল্টেজ পরীক্ষা করা হয়।
- SOC (State of Charge) দেখে ব্যাটারি কতটা চার্জ আছে তা নির্ধারণ করা হয়।

### (খ) ব্যাটারি হেল্থ (SOH) নির্ধারণ

- SOH (State of Health) দ্বারা ব্যাটারির স্বাস্থ্য ও কার্যক্ষমতা বোঝা যায়।
- ব্যাটারি পুরনো হলে SOH কমে যায় এবং ক্ষমতা কমে।

### (গ) ব্যাটারি টেম্পারেচার পরীক্ষা

- ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হলে কর্মক্ষমতা কমে এবং ক্ষতি হতে পারে।
- কুলিং সিস্টেম ঠিক আছে কিনা তাও পরীক্ষা করা হয়।

### (ঘ) সেল ব্যালেন্সিং পরীক্ষা

- ব্যাটারির বিভিন্ন সেলের ভোল্টেজ সমান আছে কিনা দেখা হয়।
- অসম ব্যালেন্সিং থাকলে ব্যাটারি দ্রুত দুর্বল হয়।

## ৩. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের কার্যক্ষমতা মূল্যায়ন (Inverter/Converter)

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স হাইব্রিড সিস্টেমের “মস্তিষ্ক” হিসেবে কাজ করে। এর কার্যক্ষমতা মূল্যায়নের জন্য-

### (ক) ইনভার্টার আউটপুট পরীক্ষা

- ইনভার্টার থেকে মোটরে ঠিক ভোল্টেজ ও ফ্রিকোয়েন্সি যাচ্ছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।
- ভোল্টেজ ফ্লাকচুয়েশন বা অস্বাভাবিক আউটপুট থাকলে ত্রুটি নির্দেশ করে।

### (খ) কনভার্টার/ইনভার্টার তাপমাত্রা পরীক্ষা

- ইনভার্টার অতিরিক্ত গরম হলে কার্যক্ষমতা কমে এবং ক্ষতি হতে পারে।
- কুলিং ফ্যান ও কুলিং সিস্টেম ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### (গ) ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল ইউনিট (ECU/PCU) কমিউনিকেশন পরীক্ষা

- ইনভার্টার ও ECU/PCU মধ্যে যোগাযোগ ঠিক আছে কিনা ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে চেক করা হয়।
- যোগাযোগে সমস্যা থাকলে সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করবে না।

## ৪. মূল্যায়নের উদ্দেশ্য

এই তিনটি উপাদানের কার্যক্ষমতা মূল্যায়ন করলে—

- সিস্টেমের দুর্বল অংশ নির্ধারণ করা যায়
- ভবিষ্যতে বড় ক্ষতি বা ব্যর্থতা রোধ করা যায়
- সঠিক সার্ভিসিং ও মেরামত নির্ধারণ করা যায়

## সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

একজন হাইব্রিড সার্ভিস টেকনিশিয়ান যদি ইলেকট্রিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক ও পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের কার্যক্ষমতা ঠিকভাবে মূল্যায়ন করতে পারেন, তাহলে হাইব্রিড সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করা সহজ হয়।

**ব্যাটারি স্বাস্থ্য নির্ণয়: চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ ও SOC পরিমাপের মাধ্যমে:**

হাইব্রিড সিস্টেমের ব্যাটারি প্যাক হল সিস্টেমের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ উপাদানগুলোর একটি। ব্যাটারির স্বাস্থ্য (Health) খারাপ হলে গাড়ির পারফরম্যান্স, জ্বালানি দক্ষতা ও নিরাপত্তা সবই প্রভাবিত হয়। তাই ব্যাটারির স্বাস্থ্য নির্ণয়ের জন্য **চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ ও SOC (State of Charge)** পরিমাপ করা হয়।

নিচে এই পয়েন্টটি বিস্তারিতভাবে ব্যাখ্যা করা হলো-

### ১. চার্জ লেভেল (Charge Level) পরিমাপ

চার্জ লেভেল বলতে ব্যাটারির বর্তমান চার্জ কত শতাংশ আছে তা বোঝায়। এটি সাধারণত **% (পার্সেন্টেজ)** হিসেবে দেখা হয়।

- চার্জ লেভেল খুব কম থাকলে গাড়ির ইলেকট্রিক মোড কাজ করবে না বা কম সময় চলবে।
- ব্যাটারি চার্জ কম থাকলে ইঞ্জিন বেশি চালু থাকবে, ফলে জ্বালানি খরচ বাড়ে।

**পরীক্ষা পদ্ধতি:** ডায়াগনস্টিক টুল বা ব্যাটারি মনিটরিং সিস্টেম দিয়ে চার্জ লেভেল দেখা হয়।

### ২. ব্যাটারি ভোল্টেজ (Voltage) পরিমাপ

ব্যাটারি প্যাকের মোট ভোল্টেজ এবং সেলভিত্তিক ভোল্টেজ পরীক্ষা করা হয়। ভোল্টেজ থেকে ব্যাটারির অবস্থান সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

- **নরমাল ভোল্টেজ রেঞ্জ** থাকলে ব্যাটারি ভালো অবস্থায় আছে।
- ভোল্টেজ খুব কম বা খুব বেশি হলে ব্যাটারিতে সমস্যা থাকতে পারে, যেমন: সেল ড্রপ, ড্যামেজ বা ব্যালেন্সিং সমস্যা।

**পরীক্ষা পদ্ধতি:** হাই ভোল্টেজ মিটার/মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ব্যাটারি প্যাক ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়।

### ৩. SOC (State of Charge) নির্ণয়

SOC হলো ব্যাটারির **চার্জ অবস্থার শতাংশ**। এটি ব্যাটারির বর্তমান ক্ষমতা কতটুকু ব্যবহার করা যায় তা নির্দেশ করে।

**SOC-এর গুরুত্ব:**

- SOC বেশি থাকলে ইলেকট্রিক মোড বেশি সময় চালাতে পারে।
- SOC কম থাকলে সিস্টেম ইঞ্জিনকে বেশি ব্যবহার করে এবং জ্বালানি খরচ বাড়ে।

**SOC নির্ণয়ের পদ্ধতি:**

- SOC সাধারণত **ডায়াগনস্টিক টুল** বা **ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS)** থেকে পাওয়া যায়।
- কিছু ক্ষেত্রে SOC গণনা করার জন্য ব্যাটারির ভোল্টেজ, কারেন্ট এবং ব্যবহার ইতিহাস ব্যবহার করা হয়।

### ৪. ব্যাটারি হেলথ (State of Health – SOH) ও SOC সম্পর্ক

SOC ব্যাটারির **বর্তমান চার্জ অবস্থান**, আর SOH ব্যাটারির **দীর্ঘমেয়াদী স্বাস্থ্য ও ক্ষমতা** নির্দেশ করে।

SOH কম থাকলে SOC পূর্ণ হলেও ব্যাটারি কার্যক্ষমতা কমে যায়।

### ৫. ব্যাটারি স্বাস্থ্য নির্ণয়ের উদ্দেশ্য

ব্যাটারি স্বাস্থ্য পরিমাপ করলে:

- ব্যাটারি দুর্বল/খারাপ কিনা জানা যায়
- ভবিষ্যতে ব্যাটারি বদলানোর সময় নির্ধারণ করা যায়
- গাড়ির পারফরম্যান্স ও জ্বালানি দক্ষতা বজায় রাখা যায়
- নিরাপত্তা নিশ্চিত করা যায় (ওভারহিটিং, শর্ট সার্কিট ইত্যাদি কম হয়)

## সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

একজন হাইব্রিড সার্ভিস টেকনিশিয়ান যদি ব্যাটারি চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ ও SOC সঠিকভাবে পরিমাপ ও বিশ্লেষণ করতে পারেন, তাহলে ব্যাটারি সংক্রান্ত ত্রুটি দূত শনাক্ত করা সম্ভব হয় এবং সিস্টেমের কার্যক্ষমতা দীর্ঘদিন ধরে বজায় রাখা যায়।

### ৫. ব্যাটারির স্বাস্থ্য (Health) এবং স্থায়িত্ব নির্ণয়ের জন্য মূলত নিচের তিনটি বিষয় বিশ্লেষণ করা হয়:

- **ভোল্টেজ (Voltage):** এটি ব্যাটারির তড়িৎ বিভব শক্তি। ভোল্টেজ কমে গেলে ব্যাটারির শক্তি সরবরাহের ক্ষমতা কমে যায়।
- **চার্জের স্তর (Level of Charge):** ব্যাটারিতে বর্তমানে কতটুকু শক্তি সঞ্চিত আছে।
- **SOC (State of Charge):** ব্যাটারির বর্তমান চার্জের অবস্থাকে শতকরা (%) হিসেবে প্রকাশ করা। এটি ব্যবহারকারীকে জানায় ব্যাটারিটি আর কতক্ষণ চলবে।

### ব্যাটারির স্বাস্থ্য নির্ণয়ের মূল ধাপ:

১. **SOH (State of Health) পরিমাপ:** নতুন ব্যাটারির তুলনায় বর্তমান ব্যাটারিটি কতটা শক্তি ধরে রাখতে পারে তা যাচাই করা।
২. **ইন্টারনাল রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা:** ব্যাটারির ভেতরে বাধা বা রোধ বেড়ে গেলে এটি দূত গরম হয় এবং কর্মক্ষমতা হারায়।
৩. **ডিসচার্জ রেট:** নির্দিষ্ট লোডে ব্যাটারি কত দূত খালি হচ্ছে তা পর্যবেক্ষণ করা।

### ইন্টারনাল কম্বাশন ইঞ্জিন (ICE)-এর ত্রুটি নির্ণয়ঃ

পারফরম্যান্স টেস্ট ও মেকানিক্যাল ইন্সপেকশনের মাধ্যমে ইন্টারনাল কম্বাশন ইঞ্জিন (ICE)-এর ত্রুটি নির্ণয় করা হয়। হাইব্রিড যানবাহনে ইঞ্জিন (ICE) সাধারণত ইলেকট্রিক মোটরের সাথে মিলিতভাবে কাজ করে। তাই ইঞ্জিনের ত্রুটি থাকলে গাড়ির পারফরম্যান্স কমে যায়, জ্বালানি খরচ বেড়ে যায় এবং হাইব্রিড সিস্টেমের কাজ বাধাগ্রস্ত হয়। ইঞ্জিনের ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য পারফরম্যান্স টেস্ট এবং মেকানিক্যাল ইন্সপেকশন ব্যবহার করা হয়।

### ১. পারফরম্যান্স টেস্ট (Performance Tests)

ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা কেমন সেটি যাচাই করতে বিভিন্ন টেস্ট করা হয়, যেমন-

#### (ক) কম্প্রেশন টেস্ট (Compression Test)

ইঞ্জিন সিলিন্ডারের ভেতরের চাপ (compression) পরিমাপ করা হয়।

- যদি কম্প্রেশন কম থাকে → সিলিন্ডার/পিস্টন রিং/ভালভ লিক ইত্যাদি সমস্যা থাকতে পারে।
- কম্প্রেশন অসমান থাকলে → সিলিন্ডার বা হেড গ্যাসকেট সমস্যা নির্দেশ করে।

#### (খ) ইঞ্জেকশন/ফুয়েল সিস্টেম টেস্ট

ফুয়েল ইনজেক্টর বা ফুয়েল পাম্পের কার্যকারিতা পরীক্ষা করা হয়।

- ইনজেক্টর ব্লক বা লিক থাকলে ইঞ্জিনের পারফরম্যান্স কমে।
- ইঞ্জেকশন ঠিক না হলে ইঞ্জিন ঝাপসা বা ঝাঁকুনি করতে পারে।

#### (গ) ইঞ্জিন আউটপুট টেস্ট (Power/Acceleration Test)

ইঞ্জিনের ত্বরণ, শক্তি ও গতিশীলতা পরীক্ষা করা হয়।

- ইঞ্জিন শক্তি কমে গেলে বা স্লো হলে ইঞ্জিনের অভ্যন্তরীণ সমস্যা হতে পারে।

### (ঘ) স্টার্টিং/আইডলিং টেস্ট

ইঞ্জিন স্টার্টিংয়ের সময় দেরি হলে বা আইডলিং অস্থির হলে সমস্যা নির্ণয় করা হয়।

- সঠিক আইডলিং না হলে ফুয়েল সিস্টেম, ইগনিশন সিস্টেম বা সেন্সর সমস্যা থাকতে পারে।

## ২. মেকানিক্যাল ইন্সপেকশন (Mechanical Inspection)

ইঞ্জিনের ভেতরের ও বাহিরের যন্ত্রাংশগুলো সরাসরি পরীক্ষা করা হয়। যেমন—

### (ক) ভিজুয়াল ইন্সপেকশন

- ইঞ্জিনের লিক (তেল/কুল্যান্ট) আছে কিনা
- পাম্প/হোস/গ্যাসকেট ক্ষতিগ্রস্ত কিনা
- বেল্ট, পুলি, সেল, সিলিন্ডার হেডের অবস্থা

### (খ) ইঞ্জিন সাউন্ড/ভাইব্রেশন চেক

ইঞ্জিন চালানোর সময় অস্বাভাবিক শব্দ (নয়েজ) বা অতিরিক্ত কম্পন থাকলে

- বিয়ারিং, পিস্টন, রড বা টার্মিনাল সমস্যা নির্দেশ করতে পারে।

### (গ) ইঞ্জিন তাপমাত্রা ও কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

- ইঞ্জিন অতিরিক্ত গরম হচ্ছে কিনা
- রেডিয়েটর, থার্মোস্ট্যাট, ওয়াটার পাম্প ঠিক আছে কিনা
- কুল্যান্ট লেভেল ঠিক আছে কিনা এইগুলো পরীক্ষা করা হয়।

### (ঘ) সিলিন্ডার হেড ও গ্যাসকেট পরীক্ষা

- হেড গ্যাসকেট লিক থাকলে ইঞ্জিনের কম্প্রেশন কমে এবং তাপমাত্রা বেড়ে যায়।
- এই সমস্যা সাধারণত কুল্যান্ট লিক বা ব্লু স্মোক দিয়ে চিহ্নিত হয়।

## ৩. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

ইঞ্জিনের ত্রুটি সঠিকভাবে নির্ণয় করলে—

- ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা ও জ্বালানি দক্ষতা বজায় থাকে
- হাইব্রিড সিস্টেমের অন্যান্য অংশে চাপ কমে
- ভবিষ্যতে বড় ক্ষতি ও খরচ কমে
- গাড়ির নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়

অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিনের (ICE) ত্রুটি শনাক্তকরণে **পারফরম্যান্স টেস্ট (Performance Test)** এবং **যান্ত্রিক পরিদর্শন (Mechanical Inspection)** একে অপরের পরিপূরক হিসেবে কাজ করে। পারফরম্যান্স টেস্ট মূলত ইঞ্জিনের সামগ্রিক দক্ষতা পরিমাপ করে, আর যান্ত্রিক পরিদর্শন নির্দিষ্ট যন্ত্রাংশের অবস্থা নির্ণয় করে।

## ১. পারফরম্যান্স টেস্ট (Performance Test)

এই পরীক্ষাগুলোর মাধ্যমে ইঞ্জিনের বর্তমান কার্যক্ষমতা বা 'আউটপুট' কেমন তা বোঝা যায়।

- **কম্প্রেশন টেস্ট (Compression Test):** প্রতিটি সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ কতটা বজায় থাকে তা দেখা হয়। সিলিন্ডারে কম চাপ থাকা মানেই পিস্টন রিং বা ভাল্ভে সমস্যা থাকতে পারে।
- **ডায়নামোমিটার টেস্ট (Dynamometer Test):** ইঞ্জিনের ব্রেক পাওয়ার (BP) এবং টর্ক পরিমাপ করা হয়। এটি ইঞ্জিনের প্রকৃত শক্তির যোগান দেওয়ার সক্ষমতা নির্ণয় করে।
- **ভ্যাকুয়াম টেস্ট (Vacuum Test):** ম্যানিফোল্ডের ভ্যাকুয়াম লেভেল দেখে ভালভ টাইমিং, লিক বা ইঞ্জিনের শ্বাস-প্রশ্বাস প্রক্রিয়ার ত্রুটি শনাক্ত করা হয়।

- **জ্বালানি খরচ বিশ্লেষণ (Specific Fuel Consumption):** নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি উৎপাদনের জন্য ইঞ্জিন কতটা জ্বালানি খরচ করছে তা পরীক্ষা করা।

## ২. যান্ত্রিক পরিদর্শন (Mechanical Inspection)

এখানে ইঞ্জিনের প্রতিটি ফিজিক্যাল পার্ট বা যন্ত্রাংশ খুঁটিয়ে দেখা হয়।

- **ভিজ্যুয়াল ইন্সপেকশন:** ইঞ্জিন ব্লকে ফাটল, তেলের লিক (Oil Leak) বা বেল্টের জরাজীর্ণ অবস্থা চোখে দেখে নির্ণয় করা।
- **শব্দ ও কম্পন বিশ্লেষণ (Noise and Vibration):** বিয়ারিং বা পিস্টনের শব্দ শুনে কোনো অস্বাভাবিক ঘর্ষণ বা মেকানিক্যাল ফেলিউর আছে কি না তা বোঝা যায়। (যেমন: স্টোথোস্কোপ ব্যবহার করা)।
- **সিলিন্ডার লিকেজ টেস্ট:** সিলিন্ডার থেকে বাতাস লিক হয়ে কোথায় যাচ্ছে (যেমন- কার্বুরেটর, এক্সজস্ট বা রেডিয়েটর) তা দেখে সুনির্দিষ্ট ত্রুটি শনাক্ত করা হয়।
- **লুব্রিকেশন ও কুলিং সিস্টেম চেক:** ইঞ্জিনের তেলের গুণাগুণ এবং কুল্যান্টের সঞ্চালন ঠিক আছে কি না তা পরীক্ষা করা।

## হাইব্রিড-নির্দিষ্ট উপাদানগুলিতে ত্রুটির জন্য ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষাঃ

হাইব্রিড গাড়িতে ট্রান্সমিশন সিস্টেম শুধু গিয়ার বদল করার কাজ করে না- এটি ইলেকট্রিক মোটর, ইঞ্জিন (ICE) এবং ব্যাটারির সাথে সমন্বয়ে কাজ করে। তাই হাইব্রিড গাড়ির ট্রান্সমিশনে কিছু বিশেষ (hybrid-specific) কম্পোনেন্ট থাকে, যেমন:

- ইলেকট্রিক মোটর-জেনারেটর (Motor Generator)
- পাওয়ার কনভার্টার/ইনভার্টার
- প্ল্যানেটারি গিয়ার সেট (Planetary Gear Set)
- হাইব্রিড কপ্লিং বা ক্লাচ সিস্টেম
- ট্রান্সমিশন কন্ট্রোল ইউনিট (TCU)

এইসব কম্পোনেন্টে ত্রুটি থাকলে গাড়ির ট্রান্সমিশন সমস্যা, শক্তি সঞ্চালনের ত্রুটি, জ্বালানি খরচ বৃদ্ধি এবং হাইব্রিড সিস্টেমের অস্বাভাবিক আচরণ দেখা যায়।

## ১. ট্রান্সমিশন সিস্টেমের ত্রুটি পরীক্ষা করার ধাপ

### (ক) ডায়াগনস্টিক স্ক্যানিং

- ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে ট্রান্সমিশন কন্ট্রোল ইউনিট (TCU) থেকে ত্রুটি কোড (DTC) রিড করা হয়।
- হাইব্রিড-স্পেসিফিক কোডগুলো চিহ্নিত করা হয়, যেমন—
  - MG (Motor Generator) ত্রুটি
  - কনভার্টার/ইনভার্টার সমস্যা
  - ক্লাচ বা প্ল্যানেটারি গিয়ার ত্রুটি

### (খ) ভিজ্যুয়াল ও মেকানিক্যাল ইন্সপেকশন

- ট্রান্সমিশনের তেল লিক, ক্যাভল বা কানেকশন লুজ আছে কিনা দেখা হয়।
- কেবল/কনেস্টরগুলো ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা নিশ্চিত করা হয়।
- হাইব্রিড স্পেসিফিক কম্পোনেন্টের ক্ষতি, গরম হওয়া বা জ্বালানি/তেল লিক পরীক্ষা করা হয়।

### (গ) ট্রান্সমিশন পারফরম্যান্স টেস্ট

গাড়ি চালানোর সময় ট্রান্সমিশন সঠিকভাবে গিয়ার বদল করছে কিনা পরীক্ষা করা হয়। যেমন:-

- গিয়ার স্লিপ হচ্ছে কিনা
- রেজিস্ট্যান্স বা ঝাঁকুনি আছে কিনা

- ইঞ্জিন ও মোটরের সমন্বয় ঠিক আছে কিনা

## ২. হাইব্রিড-স্পেসিফিক কম্পোনেন্টে সম্ভাব্য ত্রুটি

### (ক) Motor Generator (MG) সমস্যা

- মোটর/জেনারেটর কাজ না করা
- অতিরিক্ত গরম হওয়া
- বিদ্যুৎ উৎপাদন/চালনা ত্রুটি

### (খ) Planetary Gear Set সমস্যা

- গিয়ার স্লিপ বা শব্দ
- শক্তি সঠিকভাবে ট্রান্সমিশন হতে না পারা
- প্ল্যানেটারি গিয়ার ভাঙা/ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া

### (গ) Hybrid Clutch/ Coupling সমস্যা

- ক্লাচ স্লিপ বা সঠিকভাবে লক না হওয়া
- গাড়ি স্টার্ট/স্টপ বা গিয়ার বদলে সমস্যা দেখা দেয়া

### (ঘ) TCU (Transmission Control Unit) সমস্যা

- সিগন্যাল কমিউনিকেশন সমস্যা
- কন্ট্রোল সিগন্যাল ভুল হওয়া
- সফটওয়্যার বা হার্ডওয়্যার ত্রুটি

## ৩. কেন এই পরীক্ষা গুরুত্বপূর্ণ?

হাইব্রিড গাড়িতে ট্রান্সমিশন ত্রুটি থাকলে:

- ইঞ্জিন ও মোটরের সমন্বয় ভেঙে যায়
- গাড়ির পারফরম্যান্স কমে
- জ্বালানি খরচ বেড়ে যায়
- হাইব্রিড সিস্টেমে অতিরিক্ত চাপ পড়ে
- নিরাপত্তা ঝুঁকি বৃদ্ধি পায়

## ৪. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে উপকারিতা

যদি ট্রান্সমিশন সিস্টেমের হাইব্রিড-স্পেসিফিক কম্পোনেন্টগুলো সঠিকভাবে পরীক্ষা করা হয়, তাহলে:

- সমস্যা দ্রুত নির্ণয় করা যায়
- অপ্রয়োজনীয় খরচ কমে
- গাড়ির জীবনকাল বাড়ে
- সিস্টেমের নির্ভরযোগ্যতা বৃদ্ধি পায়

## সেলফ চেক (Self Check) – ৭.২.১

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. হাইব্রিড সিস্টেমে ত্রুটি শনাক্ত করতে কোন উপায় ব্যবহার করা হয়?
২. ডায়াগনস্টিক টুল কেন হাইব্রিড যানবাহনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ?
৩. ECU থেকে কোন তথ্য সংগ্রহ করা হয় ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য?
৪. ডায়াগনস্টিক ট্রাবল কোড (DTC) কী নির্দেশ করে?
৫. হাইব্রিড গাড়ির ইলেকট্রিক মোটরের কর্মক্ষমতা কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?
৬. ব্যাটারি প্যাকের পারফরম্যান্স মূল্যায়নে কোন বিষয়গুলো দেখা হয়?
৭. ব্যাটারির স্বাস্থ্য (Battery Health) নির্ণয় করা হয় কীভাবে?
৮. হাইব্রিড সিস্টেমে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কেন পরীক্ষা করা জরুরি?
৯. ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE)-এর ত্রুটি কীভাবে নির্ণয় করা হয়?
১০. হাইব্রিড গাড়ির ট্রান্সমিশন সিস্টেমে কী ধরনের পরীক্ষা করা হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key) – ৭.২.১

১. প্রশ্ন: হাইব্রিড সিস্টেমে ত্রুটি শনাক্ত করতে কোন উপায় ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: ডায়াগনস্টিক টুল ও আধুনিক ডায়াগনস্টিক কৌশল ব্যবহার করে হাইব্রিড সিস্টেমের ত্রুটি শনাক্ত করা হয়।

২. প্রশ্ন: ডায়াগনস্টিক টুল কেন হাইব্রিড যানবাহনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ?

উত্তর: কারণ এটি সিস্টেমের ত্রুটি দ্রুত ও নির্ভুলভাবে শনাক্ত করতে সাহায্য করে।

৩. প্রশ্ন: ECU থেকে কোন তথ্য সংগ্রহ করা হয় ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য?

উত্তর: ECU থেকে এরর কোড ও ডায়াগনস্টিক ট্রাবল কোড (DTC) সংগ্রহ করা হয়।

৪. প্রশ্ন: ডায়াগনস্টিক ট্রাবল কোড (DTC) কী নির্দেশ করে?

উত্তর: DTC নির্দিষ্ট কোনো উপাদান বা সিস্টেমে ত্রুটির অবস্থান নির্দেশ করে।

৫. প্রশ্ন: হাইব্রিড গাড়ির ইলেকট্রিক মোটরের কর্মক্ষমতা কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?

উত্তর: মোটরের আউটপুট, কার্যক্ষমতা ও অপারেশন পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে মূল্যায়ন করা হয়।

৬. প্রশ্ন: ব্যাটারি প্যাকেজের পারফরম্যান্স মূল্যায়নে কোন বিষয়গুলো দেখা হয়?

উত্তর: চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ ও ব্যাটারির সামগ্রিক কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করা হয়।

৭. প্রশ্ন: ব্যাটারির স্বাস্থ্য (Battery Health) নির্ণয় করা হয় কীভাবে?

উত্তর: চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ এবং স্টেট অব চার্জ (SOC) পরিমাপ করে।

৮. প্রশ্ন: হাইব্রিড সিস্টেমে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কেন পরীক্ষা করা জরুরি?

উত্তর: কারণ পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স শক্তি নিয়ন্ত্রণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

৯. প্রশ্ন: ইন্টারনাল কম্বাসশন ইঞ্জিন (ICE)-এর ত্রুটি কীভাবে নির্ণয় করা হয়?

উত্তর: পারফরম্যান্স টেস্ট ও যান্ত্রিক পরিদর্শনের মাধ্যমে ICE-এর ত্রুটি নির্ণয় করা হয়।

১০. প্রশ্ন: হাইব্রিড গাড়ির ট্রান্সমিশন সিস্টেমে কী ধরনের পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: হাইব্রিড-নির্দিষ্ট ট্রান্সমিশন উপাদানে কোনো ত্রুটি আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়।

## জবশীট (Job Sheet)-৭.২.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে পারা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি নিরাপদ স্থানে পার্ক করে ইগনিশন অফ করুন।
২. হাই ভোল্টেজ ব্যাটারি ডিসকানেক্ট করুন।
৩. দৃশ্যমান পরিদর্শন করুন – কানেকশন, সেন্সর ও তারে ক্ষতি আছে কিনা দেখুন।
৪. OBD-II স্ক্যানার সংযুক্ত করুন এবং(DTC (Diagnostic Trouble Code) পড়ুন।
৫. স্ক্যান রিপোর্ট অনুযায়ী সমস্যার ধরন নির্ণয় করুন (যেমন: ব্যাটারি, মোটর, সেন্সর, ইনভার্টার)।
৬. প্রয়োজনে মাল্টিমিটার ও ইনসুলেশন টেস্টার দিয়ে সার্কিট পরীক্ষা করুন।
৭. ত্রুটিপূর্ণ অংশ মেরামত, পরিষ্কার বা প্রতিস্থাপন করুন।
৮. সিস্টেম পুনরায় সংযুক্ত করে স্ক্যানার দিয়ে ফল্ট কোড ক্লিয়ার করুন।
৯. গাড়ি স্টার্ট করে নিশ্চিত করুন সমস্যা সমাধান হয়েছে কিনা।

### সতর্কতা:

- হাই ভোল্টেজ ব্যাটারি ডিসকানেক্ট না করে কখনো কাজ করবেন না।
- ইনসুলেটেড গ্লাভস ও টুলস ব্যবহার করুন।
- পানির সংস্পর্শ থেকে দূরে থাকুন।
- হাই ভোল্টেজ কেবল (কমলা রঙের) নিয়ে সতর্ক থাকুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৭.২.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের উপাদানগুলি বুঝতে পারা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্ট:

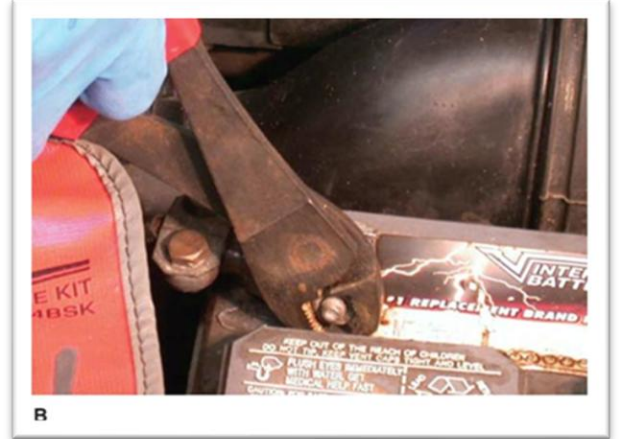
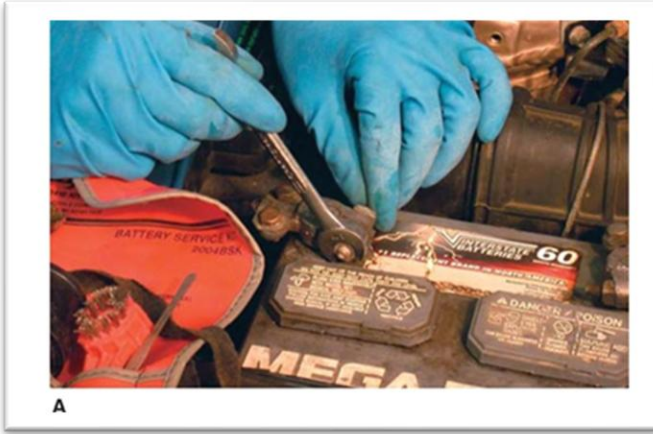
- ল্যাপটপ ও ডায়াগনস্টিক সফটওয়্যার
- ব্যাটারি কানেকশন চার্ট
- স্ক্যান টুল (Hybrid Diagnostic Scanner)

- মাল্টিমিটার

প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:

- ফিউজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ক্লিনার / ডিজেল

ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৭.৩

**শিখন ফল-৩:** হাইব্রিড ব্যাটারি সাভিসিং করতে পারবে।

**শিখন উদ্দেশ্য:** এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- হাইব্রিড ব্যাটারি পরীক্ষাকরণ এবং তাদের অবস্থা মূল্যায়ন
- কোষ জুড়ে ব্যাটারি চার্জের স্তর এবং ভোল্টেজের ভারসাম্য পরীক্ষাকরণ
- ব্যাটারি টার্মিনাল ও সংযোগগুলি ক্ষয়ের জন্য পরীক্ষাকরণ এবং সঠিক বৈদ্যুতিক যোগাযোগ নিশ্চিত করার জন্য পরীক্ষাকরণ
- ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম সঠিক কার্যকারিতার জন্য পরীক্ষাকরণ
- ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) পরীক্ষাকরণ
- ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত ব্যাটারি কোষ সনাক্ত করা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা
- ব্যাটারির দীর্ঘস্থায়ী কর্মক্ষমতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা

### হাইব্রিড ব্যাটারি পরীক্ষাকরণ এবং তাদের অবস্থা মূল্যায়নঃ

#### হাইব্রিড ব্যাটারি-

একটি পাওয়ার সোর্স যা হাইব্রিড গাড়িতে ইলেকট্রিক মোটর চালানোর জন্য শক্তি সঞ্চয় করে এবং জ্বালানি সাশ্রয় করে। এটি একটি বড় ব্যাটারি প্যাক, যা অনেকগুলো ছোট ছোট সেল (কোষ) নিয়ে গঠিত, এবং লিথিয়াম-আয়ন (Lithium-ion) ও নিকেল-ধাতব হাইড্রাইড (Nickel Metal Hydride-NiMH) হলো এর দুটি প্রধান ধরন।

#### হাইব্রিড ব্যাটারির কাজ

- গাড়ির ইলেকট্রিক মোটরকে শক্তি সরবরাহ করে।
- ইঞ্জিনের অলসতা (idling) কমিয়ে জ্বালানি সাশ্রয় করে।
- গাড়ির কর্মক্ষমতা (performance) বৃদ্ধি করে, কারণ এটি অতিরিক্ত শক্তি সরবরাহ করতে পারে।

#### হাইব্রিড ব্যাটারির প্রকারভেদ

- নিকেল-ধাতব হাইড্রাইড (NiMH) ব্যাটারি: এটি পূর্বের হাইব্রিড গাড়িতে বেশি ব্যবহৃত হতো।
- লিথিয়াম-আয়ন (Lithium-ion) ব্যাটারি: এটি সাধারণত বেশি আধুনিক এবং কমপ্যাক্ট হয়ে থাকে।

হাইব্রিড গাড়ির ব্যাটারির ত্রুটির সাধারণ লক্ষণগুলো হলো ড্যাশবোর্ডে সতর্কীকরণ আলো জ্বলা, গাড়ির মাইলেজ কমে যাওয়া, এবং ব্যাটারির স্থান থেকে অস্বাভাবিক শব্দ (যেমন গুঞ্জন বা ক্লিক) আসা। এই সমস্যাগুলো গাড়ির ব্যাটারি প্যাক বা কুলিং সিস্টেমের ত্রুটির কারণে হতে পারে। একটি সাধারণ ত্রুটি কোড হলো **P0A80** যা ব্যাটারি প্যাক প্রতিস্থাপনের প্রয়োজনীয়তা নির্দেশ করে।

#### সাধারণ লক্ষণ

- সতর্কীকরণ আলো: ড্যাশবোর্ডে হাইব্রিড সিস্টেম বা ব্যাটারির সতর্কীকরণ আলো জ্বলে উঠতে পারে।
- মাইলের পরিমাণ কমে যাওয়া: গাড়ির মাইলেজ উল্লেখযোগ্যভাবে কমে যেতে পারে।

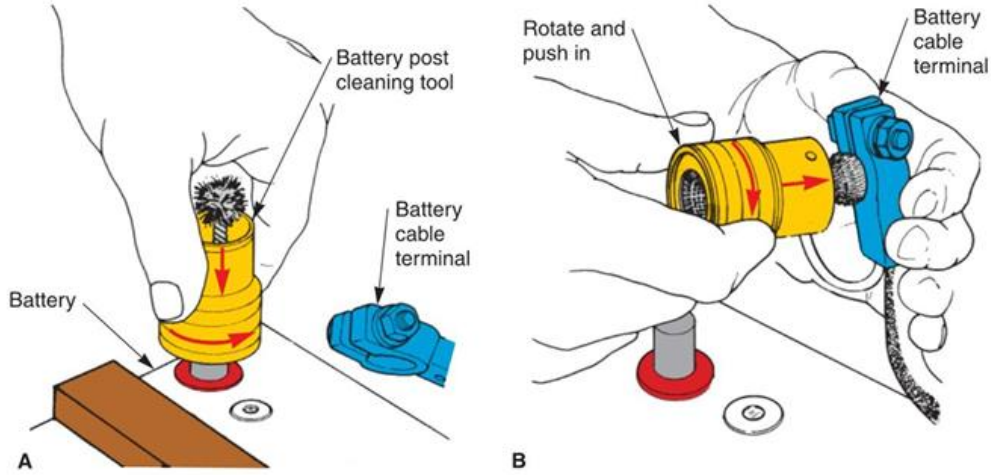
- **অস্বাভাবিক শব্দ:** ব্যাটারির অংশ থেকে গুঞ্জন, ক্লিক বা কান্নার মতো শব্দ আসতে পারে।
- **কর্মক্ষমতা হ্রাস:** পেট্রোল ইঞ্জিনকে বেশি কাজ করতে হতে পারে এবং গাড়ির সামগ্রিক কর্মক্ষমতা কমে যেতে পারে।

#### ত্রুটির সম্ভাব্য কারণ

- **ব্যাটারি প্যাকের ত্রুটি:** ব্যাটারির একটি বা একাধিক সেল নষ্ট হয়ে যেতে পারে।
- **কুলিং সিস্টেমের সমস্যা:** ব্যাটারির কুলিং সিস্টেম ঠিকমতো কাজ না করলে ব্যাটারির সমস্যা হতে পারে।
- **ফিউজ বা ইনভার্টারের সমস্যা:** একটি সাধারণ ফিউজ বা ইনভার্টারের মতো কম ক্ষতিকারক সমস্যাও সতর্কীকরণ আলো জ্বালতে পারে।

#### সমাধান

- **প্রফেশনাল ডায়াগনোসিস:** একজন পেশাদার মেকানিকের কাছে নিয়ে যান। তারা **OBD-II** স্ক্যানার ব্যবহার করে ত্রুটি কোড (যেমন **P0A80**) পড়তে পারবেন এবং সমস্যাটি সঠিকভাবে চিহ্নিত করতে পারবেন।
- **ব্যাটারি প্রতিস্থাপন:** যদি ব্যাটারি প্যাকটি প্রতিস্থাপন করা প্রয়োজন হয়, তাহলে নতুন ব্যাটারি প্যাক কিনতে হবে, যা ব্যবহৃত হতে পারে।
- **সমস্যার মূল কারণ খুঁজে বের করা:** শুধুমাত্র ব্যাটারি প্রতিস্থাপনই নয়, সমস্যার মূল কারণ, যেমন কুলিং সিস্টেমের ত্রুটি থাকলে সেটিও মেরামত করা প্রয়োজন।
- **প্রফেশনাল সাহায্য নিন:** ব্যাটারি প্রতিস্থাপন বা মেরামতের জন্য একজন অভিজ্ঞ মেকানিক বা হাইব্রিড গাড়ির বিশেষজ্ঞের সাহায্য নেওয়া উচিত।



চিত্রঃ ব্যাটারির টার্মিনাল এবং তারের প্রান্তগুলি সঠিকভাবে পরিষ্কার করার পদ্ধতি লক্ষ্য করুন।

ব্যাটারির দীর্ঘস্থায়ী কার্যক্ষমতা এবং নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ প্রবাহ নিশ্চিত করার জন্য ব্যাটারি টার্মিনাল রক্ষণাবেক্ষণ করা অত্যন্ত জরুরি। নিচে এর ধাপগুলো সংক্ষেপে দেওয়া হলো:

### ১. ভিজুয়াল ইন্সপেকশন (Visual Inspection)

প্রথম ধাপে ব্যাটারির বাহ্যিক অবস্থা চোখে দেখে পরীক্ষা করা হয়—

- ব্যাটারি কেসিংয়ে ফাটল, বিকৃতি বা ফুলে যাওয়া আছে কিনা
- ব্যাটারির সংযোগ টার্মিনালে মরিচা বা ঢিলা সংযোগ আছে কিনা
- কেবল, কানেক্টর ও ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত কিনা
- অতিরিক্ত গরম হওয়ার চিহ্ন বা পোড়া গন্ধ আছে কিনা

এই ধরনের লক্ষণ ব্যাটারির ভেতরের সমস্যার ইঙ্গিত দেয়।

## ২. ব্যাটারি ভোল্টেজ ও চার্জ পরীক্ষা

ব্যাটারির বৈদ্যুতিক অবস্থা যাচাই করার জন্য-

- ব্যাটারি প্যাকের মোট ভোল্টেজ পরিমাপ করা হয়
- প্রতিটি মডিউল বা সেলের ভোল্টেজ ব্যালেন্স ঠিক আছে কিনা দেখা হয়
- ভোল্টেজ স্বাভাবিক রেঞ্জে আছে কিনা নিশ্চিত করা হয়

ভোল্টেজ অস্বাভাবিক হলে ব্যাটারি দুর্বল বা ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

## ৩. চার্জ গ্রহণ ও সরবরাহ ক্ষমতা যাচাই

ব্যাটারি ঠিকভাবে চার্জ গ্রহণ করছে এবং বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে পারছে কিনা তা পরীক্ষা করা হয়—

- চার্জিংয়ের সময় ভোল্টেজ ও কারেন্ট আচরণ পর্যবেক্ষণ করা হয়
- লোডের সময় ভোল্টেজ ড্রপ হচ্ছে কিনা দেখা হয়
- চার্জ দ্রুত শেষ হয়ে যাচ্ছে কিনা তা যাচাই করা হয়

এতে ব্যাটারির কার্যক্ষমতা বোঝা যায়।

## ৪. SOC ও SOH মূল্যায়ন

ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) ব্যবহার করে-

- SOC (State of Charge) → বর্তমান চার্জ স্তর
- SOH (State of Health) → ব্যাটারির সামগ্রিক স্বাস্থ্য ও অবশিষ্ট ক্ষমতা

পরিমাপ করা হয়। SOH কম হলে ব্যাটারি বদল বা রিকন্ডিশনের প্রয়োজন হতে পারে।

## ৫. তাপমাত্রা ও কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হলে ক্ষতি হওয়ার ঝুঁকি থাকে-

- ব্যাটারি কুলিং ফ্যান ও এয়ার ডাক্ট ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- ব্যাটারির অপারেটিং তাপমাত্রা স্বাভাবিক সীমায় আছে কিনা
- ধূলাবালি বা ব্লকেজ আছে কিনা

## ৬. নিরাপত্তা ও ইনসুলেশন পরীক্ষা

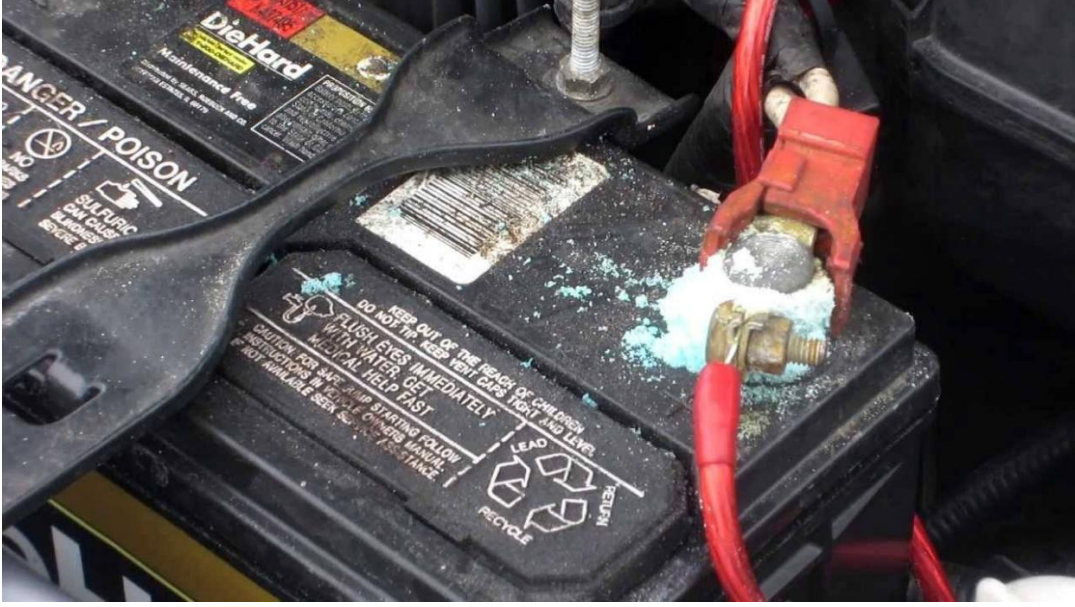
হাই ভোল্টেজ ব্যাটারির ক্ষেত্রে নিরাপত্তা খুব গুরুত্বপূর্ণ—

- ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করা হয়
- শর্ট সার্কিট বা লিকেজ আছে কিনা যাচাই করা হয়
- সেফটি লক ও ইন্টারলক সিস্টেম ঠিক আছে কিনা নিশ্চিত করা হয়

## ৭. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

হাইব্রিড ব্যাটারি সঠিকভাবে পরিদর্শন ও মূল্যায়ন করলে—

- হঠাৎ ব্যাটারি বিকল হওয়ার ঝুঁকি কমে
- গাড়ির পারফরম্যান্স ও জ্বালানি দক্ষতা বজায় থাকে
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়
- যাত্রী ও টেকনিশিয়ানের নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়



### ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে ব্যাটারির চার্জ লেভেল ও সেলভিত্তিক ভোল্টেজ ব্যালান্স পরীক্ষা:

হাইব্রিড সিস্টেমের ব্যাটারি বহু সংখ্যক সেল বা মডিউল নিয়ে গঠিত। প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ও চার্জ অবস্থা সঠিক না হলে পুরো ব্যাটারি প্যাকেজের কর্মক্ষমতা কমে যায়। তাই ব্যাটারির প্রকৃত অবস্থা মূল্যায়নের জন্য ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে চার্জ লেভেল এবং সেলগুলোর ভোল্টেজ ব্যালান্স পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

#### ১. ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহারের উদ্দেশ্য

ডায়াগনস্টিক টুল ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS)-এর সাথে সংযুক্ত হয়ে ব্যাটারির রিয়েল-টাইম তথ্য প্রদান করে। এর মাধ্যমে-

- ব্যাটারির মোট চার্জ লেভেল (SOC) জানা যায়
- প্রতিটি সেল বা মডিউলের ভোল্টেজ আলাদাভাবে দেখা যায়
- সেলগুলোর মধ্যে ভোল্টেজ পার্থক্য আছে কিনা বোঝা যায়
- ব্যাটারি দুর্বল বা ক্ষতিগ্রস্ত কিনা নির্ণয় করা যায়

#### ২. ব্যাটারি চার্জ লেভেল (Charge Level / SOC) পরীক্ষা

ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে ব্যাটারির State of Charge (SOC) যাচাই করা হয়।

- SOC খুব কম হলে ইলেকট্রিক মোড সীমিত হয়ে যায়
- SOC অস্বাভাবিকভাবে ওঠানামা করলে ব্যাটারির সমস্যা বোঝায়
- চার্জ ধরে রাখার ক্ষমতা কমে গেলে ব্যাটারি দুর্বল হওয়ার ইঙ্গিত দেয়

SOC পরীক্ষা করে ব্যাটারি বর্তমানে কতটুকু শক্তি সরবরাহ করতে সক্ষম তা বোঝা যায়।

#### ৩. সেলভিত্তিক ভোল্টেজ ব্যালান্স পরীক্ষা

হাইব্রিড ব্যাটারির প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ প্রায় সমান থাকা উচিত।

- কোনো একটি সেলের ভোল্টেজ কম বা বেশি হলে Voltage Imbalance সৃষ্টি হয়
- ভোল্টেজ ব্যালান্স না থাকলে ব্যাটারি দ্রুত গরম হয়
- চার্জ ও ডিসচার্জ দক্ষতা কমে যায়
- ব্যাটারি লাইফ কমে যায়

ডায়াগনস্টিক টুলে সেলগুলোর ভোল্টেজ গ্রাফ বা লিস্ট আকারে দেখা যায়, যা দিয়ে সহজে সমস্যা চিহ্নিত করা সম্ভব।

#### ৪. ভোল্টেজ ইমব্যালান্সের সম্ভাব্য কারণ

- সেল পুরনো বা ক্ষতিগ্রস্ত হওয়া
- চার্জিং সিস্টেমে ত্রুটি
- ব্যাটারি ব্যালান্সিং সার্কিট নষ্ট হওয়া
- অতিরিক্ত তাপমাত্রা বা ওভারলোড

এই সমস্যাগুলো চিহ্নিত করে প্রয়োজনীয় সার্ভিসিং বা রিপ্লেসমেন্ট করা হয়।

#### ৫. ব্যাটারি কন্ডিশন অ্যাসেসমেন্ট (Battery Condition Assessment)

চার্জ লেভেল ও সেল ভোল্টেজ ব্যালান্স বিশ্লেষণ করে—

- ব্যাটারি ব্যবহারযোগ্য কিনা
- রিকন্ডিশন প্রয়োজন আছে কিনা
- আংশিক সেল রিপ্লেসমেন্ট দরকার কিনা
- সম্পূর্ণ ব্যাটারি প্যাক পরিবর্তনের প্রয়োজন আছে কিনা

এই সিদ্ধান্তগুলো নেওয়া হয়।

#### ৬. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

এই পরীক্ষা নিয়মিতভাবে করা হলে—

- হঠাৎ ব্যাটারি বিকল হওয়ার ঝুঁকি কমে
- হাইব্রিড সিস্টেমের পারফরম্যান্স উন্নত থাকে
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়
- নিরাপদ ও নির্ভরযোগ্য অপারেশন নিশ্চিত হয়

#### ব্যাটারি টার্মিনাল ও সংযোগে ক্ষয় (Corrosion) পরীক্ষা এবং পরিষ্কারকরণ

হাইব্রিড ব্যাটারির টার্মিনাল ও বৈদ্যুতিক সংযোগ (Connections) সঠিকভাবে কাজ না করলে ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ সঠিকভাবে প্রবাহিত হতে পারে না। টার্মিনালে ক্ষয় বা ময়লা জমে গেলে রেজিস্ট্যান্স বেড়ে যায়, ফলে তাপ উৎপন্ন হয় এবং ব্যাটারির পারফরম্যান্স কমে যায়। তাই ব্যাটারি সার্ভিসিংয়ের সময় টার্মিনাল ও সংযোগগুলো ভালোভাবে পরীক্ষা ও পরিষ্কার করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

#### ১. টার্মিনাল ও সংযোগ পরীক্ষা (Inspection)

প্রথমে ব্যাটারি সিস্টেম নিরাপদভাবে বিচ্ছিন্ন করে টার্মিনাল ও সংযোগগুলো পরীক্ষা করা হয়—

- টার্মিনালে ক্ষয় (Corrosion) আছে কিনা
- সাদা/সবুজ পাউডার বা মরিচা জমেছে কিনা
- কানেকশন ঢিলা বা ভাঙা কিনা
- কেবল ও ল্যাগ ক্ষতিগ্রস্ত কিনা
- অতিরিক্ত গরম হওয়ার দাগ আছে কিনা

এই লক্ষণগুলো খারাপ বৈদ্যুতিক সংযোগের ইঙ্গিত দেয়।

## ২. ক্ষয়ের প্রভাব (Effect of Corrosion)

টার্মিনালে ক্ষয় থাকলে-

- বিদ্যুৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্ত হয়
- ভোল্টেজ ড্রপ ঘটে
- ব্যাটারি চার্জ ঠিকভাবে গ্রহণ করতে পারে না
- অতিরিক্ত তাপ সৃষ্টি হয়ে নিরাপত্তা ঝুঁকি বাড়ে
- হাইব্রিড সিস্টেমে ত্রুটি কোড দেখা দিতে পারে

## ৩. টার্মিনাল ও কানেকশন পরিষ্কারকরণ (Cleaning Process)

ক্ষয় বা ময়লা পাওয়া গেলে তা পরিষ্কার করা হয়—

- নির্ধারিত ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করা হয়
- টার্মিনাল ব্রাশ বা অনুমোদিত ক্লিনিং সলিউশন দিয়ে পরিষ্কার করা হয়
- ধাতব অংশে জমে থাকা ময়লা ও অক্সিডেশন অপসারণ করা হয়
- পরিষ্কারের পর টার্মিনাল ভালোভাবে শুকানো হয়

পরিষ্কার করার সময় হাই ভোল্টেজ সেফটি নিয়ম অবশ্যই অনুসরণ করতে হয়।

## ৪. সঠিক বৈদ্যুতিক সংযোগ নিশ্চিতকরণ

পরিষ্কার করার পর-

- টার্মিনাল ও কানেকশনগুলো শক্তভাবে বসানো হয়
- নির্ধারিত টর্ক অনুযায়ী নাট-বল্ট টাইট করা হয়
- টিলা সংযোগ যেন না থাকে তা নিশ্চিত করা হয়
- প্রয়োজনে অ্যান্টি-করোশন গ্রিড ব্যবহার করা হয়

এতে সঠিক ও স্থিতিশীল বৈদ্যুতিক সংযোগ নিশ্চিত হয়।

## ৫. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

ব্যাটারি টার্মিনাল ও সংযোগ নিয়মিত পরীক্ষা ও পরিষ্কার করলে—

- ব্যাটারির কার্যক্ষমতা উন্নত থাকে
- ভোল্টেজ লস ও তাপ উৎপাদন কমে
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়
- হাইব্রিড সিস্টেম নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে
- নিরাপত্তা ঝুঁকি হ্রাস পায়

**ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা:**

হাইব্রিড ব্যাটারি কাজ করার সময় তাপ উৎপন্ন করে। যদি এই তাপ সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণ না করা হয়, তাহলে ব্যাটারির কর্মক্ষমতা কমে যায়, আয়ুষ্কাল হ্রাস পায় এবং নিরাপত্তা ঝুঁকি তৈরি হয়। তাই হাইব্রিড ব্যাটারির কুলিং সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা তা নিয়মিতভাবে পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

## ১. ব্যাটারি কুলিং সিস্টেমের কাজ

ব্যাটারি কুলিং সিস্টেমের মূল কাজ হলো-

- ব্যাটারির তাপমাত্রা নিরাপদ সীমার মধ্যে রাখা
- অতিরিক্ত গরম হওয়া (Overheating) প্রতিরোধ করা

- ব্যাটারির কর্মক্ষমতা ও আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি করা
- সিস্টেমের নিরাপদ অপারেশন নিশ্চিত করা

হাইব্রিড গাড়িতে সাধারণত এয়ার কুলিং বা লিকুইড কুলিং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।

## ২. কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করার ধাপ

(ক) কুলিং ফ্যান পরীক্ষা

- কুলিং ফ্যান সঠিকভাবে চালু হচ্ছে কিনা
- ফ্যানের গতি স্বাভাবিক কিনা
- অস্বাভাবিক শব্দ বা ভাইব্রেশন আছে কিনা

ফ্যান কাজ না করলে ব্যাটারি দ্রুত গরম হয়ে যায়।

(খ) এয়ার ডাক্ট ও ভেন্ট পরীক্ষা

- এয়ার ইনলেট ও আউটলেট পরিষ্কার আছে কিনা
- ধুলা, ময়লা বা কোনো ব্লকেজ আছে কিনা
- এয়ার ফ্লো ঠিকভাবে ব্যাটারির চারপাশে পৌঁছাচ্ছে কিনা

ব্লকেজ থাকলে কুলিং কার্যকর হয় না।

(গ) কুলিং সেন্সর ও কন্ট্রোল সিস্টেম পরীক্ষা

- তাপমাত্রা সেন্সর সঠিক রিডিং দিচ্ছে কিনা
- সেন্সর ওয়ারিং বা কানেকশন ঠিক আছে কিনা
- ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) কুলিং ফ্যানকে সঠিক সময়ে নিয়ন্ত্রণ করছে কিনা

(ঘ) লিকুইড কুলিং সিস্টেম (যদি প্রযোজ্য হয়)

- কুল্যান্ট লেভেল ঠিক আছে কিনা
- কুল্যান্ট লিক আছে কিনা
- পাম্প ও পাইপিং সিস্টেম ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা

## ৩. কুলিং সিস্টেমে ত্রুটির লক্ষণ

- ব্যাটারি দ্রুত গরম হয়ে যাওয়া
- ড্যাশবোর্ডে ওয়ার্নিং লাইট জ্বলা
- চার্জ/ডিসচার্জ পারফরম্যান্স কমে যাওয়া
- হাইব্রিড সিস্টেম বারবার সেফ মোডে চলে যাওয়া

## ৪. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে গুরুত্ব

ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করলে—

- ব্যাটারির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত থাকে
- ব্যাটারির কর্মক্ষমতা ও নির্ভরযোগ্যতা বাড়ে
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়
- অগ্নিকাণ্ড বা বড় ক্ষতির ঝুঁকি কমে

## ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) পরীক্ষা:

হাইব্রিড সিস্টেমে Battery Management System (BMS) হলো ব্যাটারির “মস্তিষ্ক”। এটি ব্যাটারির নিরাপদ ও দক্ষ পরিচালনা নিশ্চিত করে। BMS ঠিকভাবে কাজ না করলে ব্যাটারি দ্রুত ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে এবং হাইব্রিড সিস্টেমে গুরুতর ত্রুটি দেখা দিতে পারে। তাই ব্যাটারি সার্ভিসিংয়ের সময় BMS পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

ব্যাটারির কর্মক্ষমতা বজায় রাখা এবং অতিরিক্ত গরম হওয়া থেকে রক্ষা করার জন্য ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

১. **কুল্যান্ট লেভেল পরীক্ষা (Coolant Level Check):** হাইব্রিড বা ইলেকট্রিক গাড়ির ব্যাটারি কুলিংয়ের জন্য নির্দিষ্ট কুল্যান্ট ব্যবহার করা হয়। রিজার্ভার ট্যাঙ্কে কুল্যান্টের পরিমাণ সঠিক আছে কি না এবং কোনো লিক (Leak) আছে কি না তা দেখা হয়।

২. **এয়ার ফিল্টার ও ভেন্ট পরিষ্কার করা:** যে সব ব্যাটারি সিস্টেম বাতাস (Air Cooled) দিয়ে ঠান্ডা করা হয়, সেগুলোর ইনটেক ভেন্ট বা ফিল্টারে ধুলাবালি জমেছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। বাধা থাকলে বাতাস চলাচল কমে ব্যাটারি গরম হয়ে যায়।

৩. **ইলেকট্রিক ওয়াটার পাম্প ও ফ্যান পরীক্ষা:** কুলিং সিস্টেমের পাম্প বা ফ্যানটি সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করা হয়। এটি সাধারণত ডায়াগনস্টিক স্ক্যানারের মাধ্যমে চালু করে পরীক্ষা করা যায়।

৪. **সেন্সর ও কন্ট্রোল ইউনিট:** ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) সঠিকভাবে তাপমাত্রা পরিমাপ করতে পারছে কি না এবং তাপমাত্রা বাড়লে কুলিং সিস্টেম সক্রিয় হচ্ছে কি না তা যাচাই করা হয়।

৫. ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম বা BMS হলো একটি ব্যাটারি প্যাকেজের “মস্তিষ্ক”। এটি ব্যাটারিকে নিরাপদ রাখে এবং এর আয়ু বাড়াতে সাহায্য করে। BMS পরীক্ষার প্রধান ধাপগুলো নিচে দেওয়া হলো:

### ১. সেল ব্যালেন্সিং পরীক্ষা (Cell Balancing Test)

ব্যাটারি প্যাকেজের প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ সমান আছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। যদি কোনো সেল বেশি বা কম চার্জ থাকে, তবে BMS তা সমান করছে কি না সেটি নিশ্চিত করা হয়।

### ২. সুরক্ষা ব্যবস্থা যাচাই (Protection Logic)

BMS নিচের চরম পরিস্থিতিতে সিস্টেম বন্ধ করে দিচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়:

- **ওভার-ভোল্টেজ:** ব্যাটারি অতিরিক্ত চার্জ হওয়া থেকে আটকানো।
- **আন্ডার-ভোল্টেজ:** ব্যাটারি যেন একেবারে শূন্য না হয়ে যায় (Deep discharge)।
- **ওভার-কারেন্ট:** শর্ট সার্কিট বা অতিরিক্ত লোড থেকে সুরক্ষা।

### ৩. তাপমাত্রা সেন্সর চেক (Temperature Monitoring)

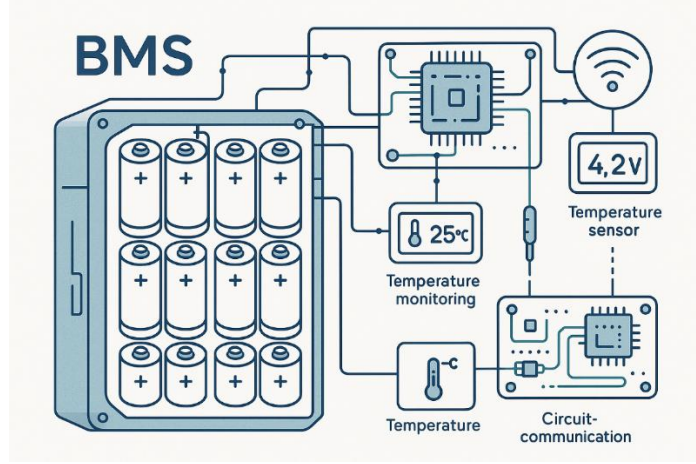
প্যাকেজের বিভিন্ন স্থানে থাকা থার্মাল সেন্সরগুলো সঠিক রিডিং দিচ্ছে কি না তা দেখা হয়। তাপমাত্রা একটি নির্দিষ্ট সীমার ওপরে গেলে BMS চার্জিং কমিয়ে দেয় বা কুলিং ফ্যান চালু করে।

### ৪. ডাটা কমিউনিকেশন ও এসওসি (SOC) গণনা

BMS থেকে আসা তথ্যগুলো গাড়ির মেইন কম্পিউটারে (ECU) সঠিকভাবে পৌঁছাচ্ছে কি না তা পরীক্ষা করা হয়। এটি ব্যাটারির বর্তমান চার্জের অবস্থা (SOC) এবং স্বাস্থ্যের অবস্থা (SOH) সঠিকভাবে হিসাব করতে পারছে কি না তা যাচাই করা হয়।

### ৫. আইসোলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট

ব্যাটারির হাই-ভোল্টেজ অংশটি গাড়ির চেসিসের সাথে কোনোভাবে লেগে আছে কি না (Leakage) তা BMS শনাক্ত করতে পারছে কি না তা নিশ্চিত করা হয়।



### ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত ব্যাটারি সেল শনাক্ত ও প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন:

হাইব্রিড ব্যাটারি অনেকগুলো সেল বা মডিউল নিয়ে গঠিত। এর মধ্যে কোনো একটি বা একাধিক সেল ত্রুটিপূর্ণ হলে পুরো ব্যাটারি প্যাকের কর্মক্ষমতা কমে যায় এবং হাইব্রিড সিস্টেমে বিভিন্ন সমস্যা দেখা দেয়। তাই ব্যাটারি সার্ভিসিংয়ের সময় ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত সেল শনাক্ত করা এবং প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

### ১. ত্রুটিপূর্ণ ব্যাটারি সেল শনাক্ত করার পদ্ধতি

(ক) ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার

- ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ও তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করা হয়।
- কোনো সেলের ভোল্টেজ স্বাভাবিকের তুলনায় কম বা বেশি হলে সেটি ত্রুটিপূর্ণ বলে ধরা হয়।
- সেল ইমব্যালান্স বা ত্রুটি কোড (DTC) শনাক্ত করা হয়।

(খ) পারফরম্যান্স বিশ্লেষণ

- ব্যাটারি দ্রুত চার্জ শেষ হয়ে যাচ্ছে কিনা
- লোডে ভোল্টেজ হঠাৎ ড্রপ হচ্ছে কিনা
- চার্জ/ডিসচার্জ আচরণ অস্বাভাবিক কিনা

এই লক্ষণগুলো দুর্বল বা ক্ষতিগ্রস্ত সেলের ইঙ্গিত দেয়।

(গ) ভিজ্যুয়াল ও থার্মাল ইন্সপেকশন

- সেলের ফোলাভাব, লিকেজ বা পোড়া দাগ আছে কিনা
- অতিরিক্ত গরম হওয়া বা অস্বাভাবিক তাপমাত্রা পার্থক্য আছে কিনা
- কানেকশন ও ইনসুলেশন ঠিক আছে কিনা

### ২. সেল প্রতিস্থাপনের প্রস্তুতি ও নিরাপত্তা

হাইব্রিড ব্যাটারি উচ্চ ভোল্টেজের হওয়ায় নিরাপত্তা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ—

- হাই ভোল্টেজ সিস্টেম সম্পূর্ণভাবে আইসোল্টেট করা হয়
- নির্ধারিত PPE (ইনসুলেটেড গ্লাভস, ফেস শিল্ড ইত্যাদি) ব্যবহার করা হয়
- ম্যানুফ্যাকচারার নির্দেশিকা অনুসরণ করা হয়

### ৩. ক্ষতিগ্রস্ত সেল প্রতিস্থাপনের ধাপ

১. ত্রুটিপূর্ণ সেল বা মডিউল আলাদা করে শনাক্ত করা
২. ব্যাটারি প্যাক খুলে নিরাপদভাবে সেল অপসারণ করা

৩. একই স্পেসিফিকেশনের নতুন বা অনুমোদিত সেল স্থাপন করা
৪. সঠিক টার্ক ও কানেকশন নিশ্চিত করা
৫. সেল ব্যালাপ্সিং সম্পন্ন করা

## ৪. প্রতিস্থাপনের পর পরীক্ষা (Post-Replacement Testing)

সেল প্রতিস্থাপনের পর-

- ভোল্টেজ ব্যালাপ্স আবার পরীক্ষা করা হয়
- SOC ও SOH যাচাই করা হয়
- BMS ত্রুটি কোড ক্লিয়ার করে সিস্টেম টেস্ট করা হয়
- চার্জ ও ডিসচার্জ পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা হয়

## ৫. কেন সেল প্রতিস্থাপন গুরুত্বপূর্ণ

ত্রুটিপূর্ণ সেল প্রতিস্থাপন না করলে-

- পুরো ব্যাটারি প্যাক নষ্ট হয়ে যেতে পারে
- অতিরিক্ত তাপ ও অগ্নিকাণ্ডের ঝুঁকি বাড়ে
- হাইব্রিড সিস্টেম সেফ মোডে চলে যায়
- ব্যয়বহুল রিপ্লেসমেন্টের প্রয়োজন হতে পারে

## ৬. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে উপকারিতা

সঠিকভাবে সেল শনাক্ত ও প্রতিস্থাপন করলে-

- ব্যাটারির কর্মক্ষমতা পুনরুদ্ধার হয়
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি পায়
- খরচ কমে (পুরো প্যাক বদলাতে হয় না)
- হাইব্রিড সিস্টেম নির্ভরযোগ্যভাবে কাজ করে

ব্যাটারির দীর্ঘস্থায়ী কর্মক্ষমতা এবং নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকাঃ

### ১. সঠিক চার্জার নির্বাচন

সব ব্যাটারির জন্য এক চার্জার প্রযোজ্য নয়। প্রস্তুতকারকের নির্দেশিত নির্দিষ্ট ভোল্টেজ এবং অ্যাম্পিয়ার রেটিং সম্পন্ন চার্জার ব্যবহার করতে হয়। ভুল চার্জার ব্যবহার করলে ব্যাটারি ওভারহিট বা বিস্ফোরিত হতে পারে।

### ২. চার্জিং মোড নির্ধারণ

আধুনিক স্মার্ট চার্জারগুলোতে ব্যাটারির ধরন অনুযায়ী (যেমন: AGM, Gel, বা Lithium-ion) আলাদা মোড থাকে। ব্যাটারির কেমিস্ট্রি অনুযায়ী সঠিক মোডটি সিলেক্ট করা হয়।

### ৩. তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ

অত্যধিক গরম বা অতিরিক্ত ঠান্ডা অবস্থায় ব্যাটারি চার্জ করা উচিত নয়। প্রস্তুতকারকের সাধারণত  $15\pm C$  থেকে  $30\pm C$  তাপমাত্রায় চার্জ করার পরামর্শ দেন। ব্যাটারি বেশি গরম হলে BMS (Battery Management System) স্বয়ংক্রিয়ভাবে চার্জিং কারেন্ট কমিয়ে দেয়।

### ৪. স্টেপ-বাই-স্টেপ চার্জিং প্রসেস

প্রস্তুতকারকের গাইডলাইন অনুযায়ী চার্জিং সাধারণত তিনটি ধাপে সম্পন্ন হয়:

- **Bulk Stage:** দ্রুত ৮০% পর্যন্ত চার্জ করা।

- **Absorption Stage:** ধীরগতিতে বাকি ২০% চার্জ সম্পন্ন করা।
- **Float Stage:** পূর্ণ চার্জ হওয়ার পর ব্যাটারিকে নির্দিষ্ট ভোল্টেজে ধরে রাখা যাতে চার্জ লস না হয়।

#### ৫. চার্জিং শেষে পরীক্ষা

চার্জিং সম্পন্ন হলে—

- SOC নির্ধারিত লেভেলে পৌঁছেছে কিনা যাচাই করা
- সেলভিভিক ভোল্টেজ ব্যালান্স পরীক্ষা করা
- কোনো ত্রুটি কোড (DTC) তৈরি হয়েছে কিনা দেখা
- চার্জিং কানেকশন নিরাপদভাবে বিচ্ছিন্ন করা

#### ৫. ভুল চার্জিংয়ের সম্ভাব্য ক্ষতি

ম্যানুফ্যাকচারারের নির্দেশনা অনুসরণ না করলে—

- ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হয়ে যেতে পারে
- সেল ড্যামেজ বা ফুলে যাওয়ার ঝুঁকি থাকে
- ব্যাটারির আয়ুষ্কাল কমে যায়
- অগ্নিকাণ্ড বা বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনার আশঙ্কা থাকে

#### ৬. সার্ভিসিংয়ের দৃষ্টিকোণ থেকে উপকারিতা

সঠিকভাবে ব্যাটারি রিচার্জ করলে-

- ব্যাটারির কর্মক্ষমতা পুনরুদ্ধার হয়
- চার্জ স্টেবিলিটি ও নির্ভরযোগ্যতা বাড়ে
- ব্যাটারির নিরাপত্তা নিশ্চিত হয়
- হাইব্রিড সিস্টেম স্বাভাবিকভাবে কাজ করে



## সেলফ চেক (Self Check) – ৭.৩

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. হাইব্রিড ব্যাটারি কেন নিয়মিত পরিদর্শন করা প্রয়োজন?
২. হাইব্রিড ব্যাটারির অবস্থা কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?
৩. ব্যাটারির চার্জ লেভেল ও সেল ভোল্টেজ কেন পরীক্ষা করা হয়?
৪. ব্যাটারি সেলগুলোর ভোল্টেজ ব্যালান্স কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৫. ব্যাটারি টার্মিনাল ও সংযোগস্থল কেন পরিদর্শন করা হয়?
৬. ব্যাটারি টার্মিনালে করোশন থাকলে কী করা উচিত?
৭. হাইব্রিড ব্যাটারির কুলিং সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা হয়?
৮. ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) এর কাজ কী?
৯. ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত ব্যাটারি সেল শনাক্ত হলে কী করা হয়?
১০. হাইব্রিড ব্যাটারি রিচার্জ করার সময় কী অনুসরণ করা উচিত?

## উত্তর পত্র (Answer Key) – ৭.৩

১. প্রশ্ন: হাইব্রিড ব্যাটারি কেন নিয়মিত পরিদর্শন করা প্রয়োজন?

উত্তর: ব্যাটারির অবস্থা ও কর্মক্ষমতা নির্ণয় করে নিরাপদ ও দক্ষ অপারেশন নিশ্চিত করার জন্য।

২. প্রশ্ন: হাইব্রিড ব্যাটারির অবস্থা কীভাবে মূল্যায়ন করা হয়?

উত্তর: ভিজ্যুয়াল ইন্সপেকশন ও ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে ব্যাটারির অবস্থা মূল্যায়ন করা হয়।

৩. প্রশ্ন: ব্যাটারির চার্জ লেভেল ও সেল ভোল্টেজ কেন পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: ব্যাটারির স্বাস্থ্য ও সেলগুলোর মধ্যে ভোল্টেজ ব্যালান্স ঠিক আছে কি না তা নির্ণয়ের জন্য।

৪. প্রশ্ন: ব্যাটারি সেলগুলোর ভোল্টেজ ব্যালান্স কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুলের মাধ্যমে প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ পরিমাপ করে।

৫. প্রশ্ন: ব্যাটারি টার্মিনাল ও সংযোগস্থল কেন পরিদর্শন করা হয়?

উত্তর: ক্ষয় (করোশন) বা ময়লা জমে বৈদ্যুতিক সংযোগ দুর্বল হয়েছে কি না তা যাচাই করার জন্য।

৬. প্রশ্ন: ব্যাটারি টার্মিনালে করোশন থাকলে কী করা উচিত?

উত্তর: নিরাপদ পদ্ধতিতে পরিষ্কার করে সঠিক বৈদ্যুতিক সংযোগ নিশ্চিত করা উচিত।

৭. প্রশ্ন: হাইব্রিড ব্যাটারির কুলিং সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হওয়া রোধ করে স্বাভাবিক কার্যক্রম বজায় রাখতে।

৮. প্রশ্ন: ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) এর কাজ কী?

উত্তর: ব্যাটারির চার্জ, ভোল্টেজ, তাপমাত্রা ও নিরাপত্তা নিয়ন্ত্রণ করা।

৯. প্রশ্ন: ত্রুটিপূর্ণ বা ক্ষতিগ্রস্ত ব্যাটারি সেল শনাক্ত হলে কী করা হয়?

উত্তর: প্রয়োজন অনুযায়ী ত্রুটিপূর্ণ সেল চিহ্নিত করে প্রতিস্থাপন করা হয়।

১০. প্রশ্ন: হাইব্রিড ব্যাটারি রিচার্জ করার সময় কী অনুসরণ করা উচিত?

উত্তর: প্রস্তুতকারকের নির্দেশিকা অনুযায়ী নিরাপদভাবে ব্যাটারি রিচার্জ করা উচিত।

## জব শীট (Job Sheet)-৭.৩.১

জবের নাম: হাইব্রিড ব্যাটারি সার্ভিসিং করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. গাড়ি বন্ধ করে ব্যাটারি সম্পূর্ণ ডিসকানেক্ট করুন।
২. ব্যাটারি প্যাকেজের কভার খুলে ভিতরের সংযোগ, কেবল ও সেল পরীক্ষা করুন।
৩. ব্যাটারির ভোল্টেজ ও রেজিস্ট্যান্স মাপুন।
৪. ত্রুটিপূর্ণ সেল বা টার্মিনাল থাকলে তা প্রতিস্থাপন করুন।
৫. কুলিং ফ্যান, ভেন্ট ও সেন্সর পরিষ্কার করুন।
৬. সব সংযোগ ঠিকভাবে স্থাপন করে পুনরায় ব্যাটারি সংযুক্ত করুন।
৭. স্ক্যানার দিয়ে Fault Code Clear করে টেস্ট রান দিন।

### সতর্কতা:

- ব্যাটারিতে কাজ করার আগে হাই ভোল্টেজ লক-আউট ট্যাগ ব্যবহার করুন।
- সর্বদা ইনসুলেটেড গ্লাভস ও ইনসুলেটেড টুলস ব্যবহার করুন।
- পানি বা ধাতব বস্তু কাছাকাছি রাখবেন না।
- কাজের সময় দুই জন উপস্থিত থাকা উচিত।
- সঠিক ভেন্টিলেশন নিশ্চিত করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৭.৩.১

জবের নাম: হাইব্রিড ব্যাটারি সার্ভিসিং করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুইপমেন্টস:

- ল্যাপটপ ও ডায়াগনস্টিক সফটওয়্যার
- ব্যাটারি কানেকশন চার্ট
- স্ক্যান টুল (Hybrid Diagnostic Scanner)

- মাল্টিমিটার
- Battery Analyzer

প্রয়োজনীয় কৌশামাল:

- ফিউজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ডাইইলেক্ট্রিক গ্রীস

ডায়াগ্রাম:



চিত্রঃ বৈদ্যুতিক সংযোগ থেকে সমস্ত আর্দ্রতা বন্ধ করার জন্য ক্যাবল স্থাপনের আগে এবং পরে ডাই-ইলেক্ট্রিক গ্রীস প্রয়োগ করুন।

## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৭.৪

শিখন ফল-৪: বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণ করতে পারবে।

শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা
- বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করা
- মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেমের বৈদ্যুতিক সংযোগ এবং তারগুলি পরীক্ষা করা
- বৈদ্যুতিক মোটরের জন্য ব্যাটারি থেকে এসি পাওয়ারে ডিসি পাওয়ারকে দক্ষতার সাথে রূপান্তরিত করার জন্য ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা
- মোটর ব্রাশগুলি ক্ষয়ক্ষতির জন্য পরীক্ষা করা এবং প্রয়োজনে প্রতিস্থাপন করা
- বৈদ্যুতিক সংকেতের মেরু বদল সম্পর্কিত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা করা
- কোনও ত্রুটি কোড পরীক্ষা করার জন্য ডায়াগনস্টিক সরঞ্জাম ব্যবহার করা
- রক্ষণাবেক্ষণের পরে বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা

### ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম পরিদর্শন করা:

হাইব্রিড যানবাহনের ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম হলো প্রধান শক্তি রূপান্তর ও ড্রাইভ সিস্টেমের অংশ। এই দুটি উপাদান একসাথে কাজ করে ব্যাটারির ডিসি (DC) বিদ্যুৎকে মোটরের জন্য প্রয়োজনীয় এসি (AC) বিদ্যুতে রূপান্তর করে এবং যানবাহনকে সচল রাখে। তাই সিস্টেমের নিরাপদ ও কার্যকর অপারেশন নিশ্চিত করতে নিয়মিত ও সঠিকভাবে ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম পরিদর্শন করা অত্যন্ত জরুরি।

### ১. পরিদর্শনের উদ্দেশ্য

ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম পরিদর্শনের মূল উদ্দেশ্য হলো-

- যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক ত্রুটি শনাক্ত করা
- অতিরিক্ত তাপ, ক্ষয় বা ক্ষতির লক্ষণ খুঁজে বের করা
- সিস্টেমের কর্মক্ষমতা ও দক্ষতা বজায় রাখা
- বড় ধরনের বিকলতা (Major failure) হওয়ার আগেই সমস্যা সমাধান করা

### ২. ইলেকট্রিক মোটর পরিদর্শন

(ক) বাহ্যিক অবস্থা পরীক্ষা

- মোটরের বডিতে ফাটল, জং বা তাপজনিত দাগ আছে কিনা দেখা
- মাউন্টিং বোল্ট ও ব্র্যাকেট ঢিলা হয়েছে কিনা যাচাই করা
- মোটরের আশেপাশে ধুলো, তেল বা পানির উপস্থিতি আছে কিনা

(খ) যান্ত্রিক পরীক্ষা

- মোটরের শ্যাফট বা বিয়ারিং থেকে অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন হচ্ছে কিনা

- মোটর ঘোরার সময় বাধা বা আটকে যাওয়ার লক্ষণ আছে কিনা
- মোটরের অ্যালাইনমেন্ট ঠিক আছে কিনা

(গ) বৈদ্যুতিক পরীক্ষা

- মোটর উইন্ডিংয়ের ইনসুলেশন অবস্থা পরীক্ষা করা
- ফেজ সংযোগগুলো সঠিক ও নিরাপদ কিনা যাচাই করা
- শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিটের কোনো লক্ষণ আছে কিনা

### ৩. ইনভার্টার সিস্টেম পরিদর্শন

(ক) ভিজুয়াল ইনস্পেকশন

- ইনভার্টার হাউজিংয়ে ফাটল, পোড়া দাগ বা অতিরিক্ত তাপের চিহ্ন আছে কিনা
- কুলিং ফ্যান বা হিট সিঙ্ক ময়লা জমেছে কিনা
- ইনভার্টার ইউনিটে পানি বা আর্দ্রতা প্রবেশের লক্ষণ আছে কিনা

(খ) সংযোগ ও কেবল পরীক্ষা

- হাই ভোল্টেজ কেবল ও কানেক্টর সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- কেবল ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে কিনা
- কানেক্টরে জং বা ঢিলা সংযোগ আছে কিনা

(গ) অপারেশনাল পরীক্ষা

- ইনভার্টার থেকে কোনো অস্বাভাবিক শব্দ বা অতিরিক্ত তাপ উৎপন্ন হচ্ছে কিনা
- ডায়গনস্টিক টুল ব্যবহার করে ইনভার্টারের স্ট্যাটাস যাচাই করা
- ত্রুটি কোড (Fault Code / DTC) আছে কিনা পরীক্ষা করা

### ৪. মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমের পারস্পরিক সম্পর্ক পরীক্ষা

- মোটর ও ইনভার্টারের মধ্যে সিগন্যাল ও পাওয়ার ফ্লো সঠিক কিনা
- কন্ট্রোল কমান্ড অনুযায়ী মোটরের প্রতিক্রিয়া ঠিক আছে কিনা
- পাওয়ার লস বা ভোল্টেজ ড্রপকম্পেনসেশন হচ্ছে কিনা

### হাইব্রিড ইঞ্জিনের প্রধান উপাদান:

- **অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (ICE):** জ্বালানি চালিত ইঞ্জিন, যা সরাসরি গাড়িকে শক্তি সরবরাহ করে বা ব্যাটারি চার্জ করে।
- **বৈদ্যুতিক মোটর:** বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে এবং চাকা ঘোরায়। এটি কম গতিতে একা গাড়ি চালাতে পারে এবং ব্রেক করার সময় একটি জেনারেটর হিসেবেও কাজ করে শক্তি উৎপন্ন করতে পারে।
- **হাইব্রিড ব্যাটারি:** বৈদ্যুতিক মোটর চালানোর জন্য শক্তি সঞ্চয় করে।
- **ইনভার্টার:** ব্যাটারির ডিসি (DC) বিদ্যুৎকে বৈদ্যুতিক মোটরের জন্য প্রয়োজনীয় এসি (AC) বিদ্যুতে রূপান্তর করে। এটি ব্রেকিংয়ের সময় উৎপন্ন বৈদ্যুতিক শক্তিকে ডিসি-তে রূপান্তরিত করে ব্যাটারি চার্জ করতেও সাহায্য করে।

- **পাওয়ার স্প্লিট ডিভাইস/ট্রান্সমিশন:** ইঞ্জিন, বৈদ্যুতিক মোটর এবং চাকার মধ্যে শক্তি বিতরণের ব্যবস্থা নিয়ন্ত্রণ করে।



চিত্রঃ বৈদ্যুতিক মোটর

হাইব্রিড গাড়ির ইনভার্টার সিস্টেমটি ব্যাটারির ডিসি (DC) বিদ্যুৎকে এসি (AC) বিদ্যুতে রূপান্তর করে, যা ইলেকট্রিক মোটরকে শক্তি যোগায়। এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা গাড়ির ব্যাটারি থেকে আসা ডিসি বিদ্যুৎকে প্রয়োজনীয় এসি বিদ্যুতে পরিণত করে, যা গাড়ি চালানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। এই সিস্টেমটি রিজেনারেটিভ ব্রেকিং-এর সময় অতিরিক্ত শক্তিকে আবার ব্যাটারিতে ফিরিয়ে দিয়ে ব্যাটারি চার্জ করতেও সাহায্য করে।

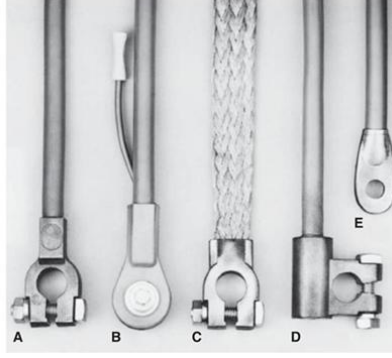
ইনভার্টার সিস্টেমের প্রধান কাজগুলো:

- ডিসি থেকে এসি রূপান্তর: উচ্চ-ভোল্টেজের ব্যাটারি থেকে আসা ডিসি (DC) বিদ্যুৎকে তিন-ফেজের এসি (AC) বিদ্যুতে রূপান্তরিত করে।
- মোটর নিয়ন্ত্রণ: বৈদ্যুতিক মোটরগুলো চালানোর জন্য এই রূপান্তরিত এসি বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। এটি প্রয়োজন অনুযায়ী মোটরের গতি এবং টর্ক নিয়ন্ত্রণ করে।
- ব্যাটারি চার্জিং: ব্রেক করার সময় বা গাড়ি চলার সময় উৎপন্ন হওয়া গতিশক্তিকে (kinetic energy) ব্যবহার করে ডিসি বিদ্যুৎ তৈরি করে এবং ব্যাটারিকে চার্জ করে।
- অন্যান্য যন্ত্রাংশকে বিদ্যুৎ সরবরাহ: ইনভার্টারটি এসি কম্প্রসরের মতো অন্যান্য বৈদ্যুতিক যন্ত্রাংশকেও শক্তি সরবরাহ করে।
- তাপ ব্যবস্থাপনা: এর কার্যকারিতা বজায় রাখার জন্য একটি কুলিং সিস্টেমের মাধ্যমে ইনভার্টারকে ঠান্ডা রাখা হয়।
- DC-to-DC রূপান্তর: এটি উচ্চ-ভোল্টেজের ডিসি (DC) বিদ্যুৎকে নিম্ন-ভোল্টেজের ডিসি (DC) বিদ্যুতে (সাধারণত ১২ ভোল্ট) রূপান্তরিত করে গাড়ির ১২-ভোল্টের ব্যাটারিকে চার্জ করে।

ইনভার্টার সিস্টেমের কিছু উপাদান-

- **ট্রানজিস্টর:** ইনভার্টারের মূল উপাদান, যা ডিসি থেকে এসি বিদ্যুৎ রূপান্তরের কাজটি করে।
- **ক্যাপাসিটর:** ইনভার্টারের মধ্যে থাকা ক্যাপাসিটরগুলো বিদ্যুৎকে মসৃণ ও স্থিতিশীল রাখতে সাহায্য করে।
- **কন্ট্রোল ইউনিট:** এটি ইনভার্টারের পুরো কার্যক্রম নিয়ন্ত্রণ করে।
- **কানেক্টর এবং কেবল:** ইনভার্টারটি ব্যাটারি এবং মোটরের সাথে যুক্ত থাকে।

হাইব্রিড গাড়ির ইনভার্টার সিস্টেমের প্রধান সমস্যা হলো উচ্চ-ভোল্টেজের ইলেকট্রিক্যাল কম্পোনেন্টগুলোর ত্রুটি, যা গাড়ির কর্মক্ষমতা এবং জ্বালানি দক্ষতা হ্রাস করতে পারে। এর সমাধানে পেশাদার মেকানিকের দ্বারা দ্রুত পরীক্ষা করানো জরুরি, কারণ ইনভার্টার প্রতিস্থাপন ব্যয়বহুল হতে পারে এবং ভুল মেরামতের ফলে অতিরিক্ত ক্ষতি হতে পারে।



চিত্রঃ ব্যাটারি ক্যাবলের ধরণ।

**A**-পোস্ট-টাইপ ব্যাটারি কেবল। **B**-গ্রাউন্ড বা আনুষঙ্গিক সংযোগের জন্য পিগটেল সহ সাইড টার্মিনাল ব্যাটারি কেবল। **C**-ব্রেইডেড গ্রাউন্ড কেবল। **D**- $৯০\pm$  পোস্ট-টাইপতার। **E**-সোলেনয়েড-টু-স্টার্টার কেবল (স্টার্টারে প্রচুর পরিমাণে কারেন্ট বহন করার জন্য বড় কন্ডাক্টর আকার)।

#### পরীক্ষার পদক্ষেপ:

##### ভোল্টেজ এবং কারেন্ট পরীক্ষা:

- একটি মাল্টিমিটার ব্যবহার করে ইনভার্টারের ইনপুট এবং আউটপুট ভোল্টেজ পরীক্ষা করুন।
- ইনভার্টারের আউটপুট কারেন্ট পরিমাপ করুন এবং নিশ্চিত করুন যে এটি রেট করা সীমার মধ্যে আছে।

##### ফ্রিকোয়েন্সি পরীক্ষা:

- ইনভার্টার থেকে আউটপুট ফ্রিকোয়েন্সি পরীক্ষা করুন। এটি অবশ্যই একটি নির্দিষ্ট মানে (যেমন Hz) স্থিতিশীল থাকতে হবে।

##### মোটর পরীক্ষা:

- মোটরের লোড পরীক্ষা করুন। লোড পরীক্ষা করার সময় নিশ্চিত করুন যে এটি ওভারলোড হচ্ছে না।
- মোটরের গতি এবং টর্ক পরীক্ষা করুন। ইনভার্টার থেকে প্রাপ্ত পাওয়ারের সাথে মোটরের গতি সামঞ্জস্যপূর্ণ হতে হবে।

##### সিস্টেমের অন্যান্য উপাদান পরীক্ষা:

- সংযোগ এবং তার পরীক্ষা করুন। কোনো শিথিল বা ক্ষতিগ্রস্ত সংযোগ নেই তা নিশ্চিত করুন।
- শীতলীকরণ ব্যবস্থা পরীক্ষা করুন, যেমন ফ্যান এবং রেডিয়েটর, কারণ অতিরিক্ত গরম হওয়া একটি প্রধান সমস্যা হতে পারে।
- সিস্টেমের ত্রুটি কোড বা সতর্কতা চিহ্নগুলি পরীক্ষা করুন।

##### লোড পরীক্ষা:

- সিস্টেমটিকে বিভিন্ন লোডে পরিচালনা করুন এবং প্রতিটি ক্ষেত্রে পারফরম্যান্স পর্যবেক্ষণ করুন।
- নিশ্চিত করুন যে ইনভার্টারটি বিভিন্ন লোডের অধীনে মসৃণভাবে কাজ করছে।

## ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড যানবাহনের ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম কাজ করার সময় উল্লেখযোগ্য পরিমাণ তাপ উৎপন্ন করে। এই অতিরিক্ত তাপ সঠিকভাবে অপসারণ না হলে সিস্টেমের কর্মক্ষমতা কমে যায়, যন্ত্রাংশ ক্ষতিগ্রস্ত হয় এবং বড় ধরনের বৈদ্যুতিক ত্রুটি সৃষ্টি হতে পারে। তাই ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম নিয়মিত ও সঠিকভাবে পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

### ১. কুলিং সিস্টেম পরীক্ষার উদ্দেশ্য

কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করার প্রধান উদ্দেশ্য হলো—

- ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টারকে অতিরিক্ত তাপ থেকে রক্ষা করা
- সিস্টেমের দক্ষতা ও স্থায়িত্ব বজায় রাখা
- তাপজনিত ত্রুটি (Overheating Fault) প্রতিরোধ করা
- যন্ত্রাংশের আয়ুষ্কাল বৃদ্ধি করা

### ২. কুলিং সিস্টেমের ধরন

হাইব্রিড সিস্টেমে সাধারণত নিচের যেকোনো ধরনের কুলিং সিস্টেম ব্যবহৃত হয়—

- এয়ার কুলিং সিস্টেম (Cooling fan ও এয়ার ডাক্টের মাধ্যমে)
- লিকুইড কুলিং সিস্টেম (কুল্যান্ট, পাম্প ও রেডিয়েটরের মাধ্যমে)

### ৩. ইলেকট্রিক মোটরের কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

(ক) ভিজুয়াল ইনস্পেকশন

- কুলিং ফ্যান ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা
- এয়ার ভেন্ট বা ডাক্টে ধুলো, ময়লা বা ব্লকেজ আছে কিনা দেখা
- কুলিং হাউজিংয়ে ফাটল বা ক্ষতির চিহ্ন আছে কিনা

(খ) লিকুইড কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা (যদি প্রযোজ্য হয়)

- কুল্যান্টের লেভেল সঠিক আছে কিনা
- কুল্যান্ট লাইনে লিকেজ বা ক্র্যাক আছে কিনা
- কুল্যান্ট পাম্প সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা

(গ) তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ

- মোটরের অপারেটিং টেম্পারেচার স্বাভাবিক সীমার মধ্যে আছে কিনা
- ডায়গনস্টিক টুল ব্যবহার করে তাপমাত্রা সেন্সরের রিডিং যাচাই করা

### ৪. ইনভার্টার কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

(ক) কুলিং ইউনিট পরীক্ষা

- ইনভার্টারের কুলিং ফ্যান বা হিট সিঙ্ক পরিষ্কার ও কার্যকর কিনা
- হিট সিঙ্কে ধুলো জমে তাপ অপসারণে বাধা দিচ্ছে কিনা

(খ) কুল্যান্ট সিস্টেম পরীক্ষা

- ইনভার্টারের জন্য নির্দিষ্ট কুল্যান্ট লুপে পর্যাপ্ত কুল্যান্ট আছে কিনা

- কুল্যান্ট ফিল্টার বা লাইনে ব্লকেজ আছে কিনা
- তাপ এক্সচেঞ্জার বা রেডিয়েটর পরিষ্কার ও সচল কিনা

(গ) সেন্সর ও সুরক্ষা ব্যবস্থা

- ইনভার্টার তাপমাত্রা সেন্সর ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- ওভারহিট প্রোটেকশন ফাংশন সক্রিয় হচ্ছে কিনা

## ৫. কুলিং সিস্টেমে সম্ভাব্য ত্রুটি

কুলিং সিস্টেমে যেসব ত্রুটি দেখা যেতে পারে-

- কুল্যান্ট লিকেজ
- কুলিং ফ্যান বিকল হওয়া
- কুলিং ডাস্ট ব্লক হয়ে যাওয়া
- অতিরিক্ত তাপ জমা হওয়া

## ৬. নিরাপত্তা ও সতর্কতা

কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা করার সময়—

- হাই ভোল্টেজ সিস্টেম আইসোলেট করে কাজ করা
- গরম অবস্থায় কুল্যান্ট সিস্টেম খোলা থেকে বিরত থাকা
- সঠিক PPE ব্যবহার করা

## ৭. পরিদর্শনের ফলাফল ও করণীয়

- ত্রুটিপূর্ণ অংশ পরিষ্কার, মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা
- কুল্যান্ট পরিবর্তন বা টপ-আপ করা (ম্যানুফ্যাকচারার নির্দেশনা অনুযায়ী)
- পুনরায় পরীক্ষা করে সিস্টেমের স্বাভাবিক কার্যকারিতা নিশ্চিত করা

## মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমের বৈদ্যুতিক সংযোগ ও ওয়ারিং পরিদর্শন করাঃ

হাইব্রিড যানবাহনের ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমে উচ্চ ভোল্টেজ (High Voltage) ও কম ভোল্টেজ (Low Voltage) উভয় ধরনের বৈদ্যুতিক সংযোগ থাকে। সঠিক সংযোগ ও নিরাপদ ওয়ারিং না থাকলে সিস্টেমে শর্ট সার্কিট, বৈদ্যুতিক আগুন, বা ব্যাটারি/ইনভার্টার ক্ষতি হতে পারে। তাই এই সিস্টেমের ওয়ারিং ও সংযোগের পরিদর্শন অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

## ১. পরিদর্শনের উদ্দেশ্য

- সংযোগগুলো টিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত কিনা শনাক্ত করা
- কেবল/কানেক্টরে জং, করোশন বা দাগ আছে কিনা দেখা
- ওয়ারিংয়ের ইনসুলেশন (Insulation) সঠিক আছে কিনা নিশ্চিত করা
- সিস্টেমের নিরাপদ ও নির্ভরযোগ্য অপারেশন নিশ্চিত করা

## ২. বৈদ্যুতিক সংযোগ পরিদর্শন

(ক) কানেক্টর ও টার্মিনাল পরীক্ষা

- কানেক্টর ঠিকভাবে বসে আছে কিনা

- টার্মিনাল ঢিলা বা আলগা হয়ে যায়নি কিনা
- কানেক্টরে জং/করোশন দেখা যাচ্ছে কিনা
- কনট্যাক্ট পয়েন্টে কারেন্ট প্রবাহে বাধা আছে কিনা

(খ) হাই ভোল্টেজ কেবল পরিদর্শন

- কেবল ইনসুলেশন (আচ্ছাদন) ফাটা বা ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে কিনা
- কেবল বেস্ত বা চাপের কারণে ক্ষতি হয়েছে কিনা
- কেবল সংযোগস্থলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি/পোড়া চিহ্ন আছে কিনা
- কেবল নিরাপদভাবে ক্ল্যাম্প বা ব্র্যাকেটে আটকে আছে কিনা

(গ) কম ভোল্টেজ ও সিগন্যাল ওয়ারিং পরীক্ষা

- সিগন্যাল কেবল ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- বায়ারিং/কানেক্টর লুজ বা ক্ষতিগ্রস্ত কিনা
- অ্যান্টি-স্ট্যাটিক বা EMI রক্ষাকারী ব্যবস্থা ঠিক আছে কিনা

### ৩. ইনভার্টার সিস্টেম সংযোগ পরীক্ষা

(ক) পাওয়ার কনেকশন পরীক্ষা

- ইনভার্টারের HV (High Voltage) কেবল সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- পাওয়ার কনডাক্টর/টার্মিনালে করোশন বা গরম হওয়া চিহ্ন আছে কিনা
- ইনভার্টার কভার বা সিল ঠিক আছে কিনা যাতে পানি/ধুলো ঢুকতে না পারে

(খ) গ্রাউন্ডিং ও আর্থিং পরীক্ষা

- ইনভার্টার ও মোটরের গ্রাউন্ড সংযোগ ঠিক আছে কিনা
- আর্থিং কেবল ঢিলা বা ক্ষতিগ্রস্ত হলে দ্রুত মেরামত করা

### ৪. নিরাপত্তা সতর্কতা

- হাই ভোল্টেজ সিস্টেমের কাজ করার আগে সিস্টেমকে ডি-এনার্জাইজ (De-energize) করতে হবে
- PPE (Insulated gloves, safety glasses, insulated tools) ব্যবহার করতে হবে
- কোন কাজ করার সময় নিশ্চিত হতে হবে যে হাই ভোল্টেজ লকআউট/ট্যাগআউট করা আছে

### ৫. সমস্যা শনাক্ত হলে করণীয়

পরিদর্শনে যদি নিম্নলিখিত সমস্যা পাওয়া যায়-

- কেবল ইনসুলেশন ফাটা/ক্ষতিগ্রস্ত
- কানেক্টর ঢিলা বা করোশন
- সংযোগ পয়েন্টে তাপ/পোড়া চিহ্ন
- কম ভোল্টেজ বা সিগন্যাল লস

তাহলে-

- ক্ষতিগ্রস্ত কেবল/কানেক্টর প্রতিস্থাপন করা
- টার্মিনাল ক্লিন করে ঠিকভাবে সংযুক্ত করা
- কেবল ক্ল্যাম্প/ব্র্যাকেট ঠিক করে রাখা
- পুনরায় ডায়াগনস্টিক স্ক্যান করে ত্রুটি নিশ্চিত করা

## ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা, DC থেকে AC রূপান্তর দক্ষভাবে হচ্ছে কিনাঃ

হাইব্রিড গাড়িতে ইনভার্টার (Inverter) হলো একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ, যা ব্যাটারির DC (ডাইরেক্ট কারেন্ট) শক্তিকে ইলেকট্রিক মোটরের জন্য প্রয়োজনীয় AC (অলটারনেটিং কারেন্ট) শক্তিতে রূপান্তর করে। ইনভার্টার ঠিকভাবে কাজ না করলে মোটর ঠিকভাবে চলবে না, গাড়ির পারফরম্যান্স কমে যাবে এবং সিস্টেমে ত্রুটি দেখা দিতে পারে। তাই ইনভার্টার সিস্টেমকে নিয়মিত পরীক্ষা করা জরুরি।

### ১. ইনভার্টার পরীক্ষার উদ্দেশ্য

- DC থেকে AC রূপান্তর সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা নিশ্চিত করা
- রূপান্তর দক্ষতা (Efficiency) ঠিক আছে কিনা যাচাই করা
- ইনভার্টার তাপমাত্রা বা অস্বাভাবিক শব্দ/কম্পন আছে কিনা খুঁজে বের করা
- ত্রুটি কোড (DTC) আছে কিনা শনাক্ত করা

### ২. ইনভার্টার পরীক্ষা করার ধাপসমূহ

(ক) ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে পরীক্ষা

- ডায়াগনস্টিক স্ক্যান করে ইনভার্টার সম্পর্কিত ত্রুটি কোড বের করা
- লাইভ ডাটা (Live Data) দেখে ইনভার্টারের ইনপুট ও আউটপুট ভোল্টেজ, কারেন্ট ও ফ্রিকোয়েন্সি পর্যবেক্ষণ করা
- ইনভার্টার ও মোটরের কমিউনিকেশন ঠিক আছে কিনা যাচাই করা

(খ) DC ইনপুট ভোল্টেজ পরীক্ষা

- ব্যাটারি থেকে ইনভার্টারে DC ভোল্টেজ সঠিকভাবে যাচ্ছে কিনা
- ইনপুট ভোল্টেজ স্থিতিশীল আছে কিনা
- ইনপুট ভোল্টেজে কোন ফ্লাকচুয়েশন বা ড্রপ আছে কিনা

(গ) AC আউটপুট পরীক্ষা

- ইনভার্টার থেকে মোটরের দিকে পাঠানো AC ভোল্টেজ সঠিক আছে কিনা
- ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency) সঠিক আছে কিনা
- আউটপুট কারেন্টে অস্বাভাবিক বৃদ্ধি বা কমতি আছে কিনা
- তিন ফেজ (Three phase) আউটপুট সমানভাবে যাচ্ছে কিনা

(ঘ) ইনভার্টার দক্ষতা (Efficiency) যাচাই

- ইনপুট পাওয়ার (DC) ও আউটপুট পাওয়ার (AC) তুলনা করে ইনভার্টার দক্ষতা নির্ণয় করা
- ইনভার্টারের তাপমাত্রা বৃদ্ধি বেশি হলে দক্ষতা কমে যায়—সেটাও পরীক্ষা করা হয়

(ঙ) তাপ ও কুলিং পরীক্ষা

- ইনভার্টারের কুলিং ফ্যান ও হিট সিঙ্ক ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- ইনভার্টারের তাপমাত্রা স্বাভাবিক সীমার মধ্যে আছে কিনা

### ৩. ইনভার্টার ত্রুটির লক্ষণ

- গাড়ি শক্তি না পাওয়া বা স্লো/স্লিপ করে চলা
- হাইব্রিড বা ইনভার্টার ওয়ার্নিং লাইট জ্বলা
- ব্যাটারি চার্জ থাকলেও মোটর কাজ না করা
- গাড়ি সেফ মোডে চলে যাওয়া

### ৪. সমস্যা শনাক্ত হলে করণীয়

- ইনভার্টার ডায়াগনস্টিকের মাধ্যমে ত্রুটি শনাক্ত করা
- কেবল/সংযোগ ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা
- ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম ঠিক করা
- প্রয়োজন হলে ইনভার্টার রিপ্লেস বা মেরামত করা

### মোটর ব্রাশ (Motor Brushes) পরিদর্শন ও প্রয়োজন হলে পরিবর্তনঃ

হাইব্রিড সিস্টেমের ইলেকট্রিক মোটরে কিছু ক্ষেত্রে কম্পিউটার/ডি.সি. মোটর বা ব্রাশড মোটর ব্যবহার হতে পারে। এই ধরনের মোটরে “ব্রাশ” নামের উপাদান থাকে যা কমিউটেটর বা রটার অংশের সাথে যোগাযোগ করে বিদ্যুৎ সরবরাহ করে। ব্রাশ দীর্ঘ সময় ব্যবহার করলে ঘষে ক্ষয় হয় এবং তা মোটরের কর্মক্ষমতা কমিয়ে দেয়। তাই ব্রাশ নিয়মিত পরীক্ষা ও প্রয়োজন হলে প্রতিস্থাপন করা জরুরি।

### ১. মোটর ব্রাশ কেন গুরুত্বপূর্ণ?

ব্রাশের কাজ হলো-

- কমিউটেটরের সাথে বিদ্যুৎ যোগাযোগ বজায় রাখা
- মোটরের সঠিক ঘূর্ণন (rotation) নিশ্চিত করা
- মোটরের কার্যকারিতা ও ক্ষমতা বজায় রাখা

### ২. ব্রাশ পরিদর্শনের উদ্দেশ্য

- ব্রাশের ক্ষয় (wear) আছে কিনা নির্ণয় করা
- ব্রাশের দৈর্ঘ্য/আকার যথাযথ আছে কিনা দেখা
- ব্রাশের সঠিকভাবে বসানো আছে কিনা নিশ্চিত করা
- ব্রাশড মোটরের অস্বাভাবিক শব্দ, ঝাঁকুনি বা শক্তি কমে যাওয়ার কারণ খুঁজে বের করা

### ৩. ব্রাশ পরিদর্শনের ধাপসমূহ

(ক) ভিজুয়াল পরীক্ষা

- ব্রাশের ঘষে ক্ষয় হয়ে গেছে কিনা
- ব্রাশের উপরের অংশ ভেঙে বা ফাটল হয়েছে কিনা
- ব্রাশের স্প্রিং বা হোল্ডার ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- কমিউটেটরে কার্বন ডাস্ট জমে আছে কিনা

(খ) ব্রাশের দৈর্ঘ্য/স্টেট পরীক্ষা

- ব্রাশের দৈর্ঘ্য ম্যানুফ্যাকচারারের নির্দেশিত সীমার মধ্যে আছে কিনা
- ব্রাশ খুব ছোট হয়ে গেলে সেটি পরিবর্তন করা প্রয়োজন

(গ) কমিউটেটর পরীক্ষা

- কমিউটেটর পৃষ্ঠে আঁচড়, পোড়া দাগ বা ক্ষত আছে কিনা
- কমিউটেটর সমানভাবে পরিষ্কার কিনা
- ব্রাশের চাপ সমানভাবে পড়ছে কিনা

#### ৪. ব্রাশ পরিবর্তন করার প্রয়োজনীয়তা

ব্রাশের নিচের লক্ষণগুলো থাকলে পরিবর্তন করা প্রয়োজন—

- ব্রাশ খুব বেশি ক্ষয়/ছোট হয়ে গেছে
- মোটর অস্বাভাবিক শব্দ করছে
- মোটরের ক্ষমতা কমে গেছে
- মোটর অতিরিক্ত গরম হচ্ছে
- মোটর ঘুরতে গিয়ে ঝাঁকুনি বা স্ট্যাটিক আওয়াজ হচ্ছে
- কমিউটেটর পৃষ্ঠে বেশি কার্বন ডাস্ট জমে আছে

#### ৫. ব্রাশ পরিবর্তনের সময় সতর্কতা

- মোটর/হাই ভোল্টেজ সিস্টেম সম্পূর্ণভাবে ডি-এনার্জাইজ করতে হবে
- সঠিক PPE (Insulated gloves, safety glasses) ব্যবহার করতে হবে
- ব্রাশ ঠিকভাবে বসানো ও সঠিক দিক/পোলারিটি নিশ্চিত করতে হবে
- কমিউটেটর পরিষ্কার করে তারপর নতুন ব্রাশ বসানো উচিত

#### ইনভার্টারের সাথে যুক্ত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির ইনভার্টার সিস্টেমের ভিতরে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স (Power Electronics) থাকে, যা ব্যাটারি থেকে আসা DC শক্তিকে AC শক্তিতে রূপান্তর করার কাজ করে। এই অংশগুলোতে সাধারণত IGBT, MOSFET, ডায়োড, ক্যাপাসিটর, রেজিস্টর, কন্ডাক্টর, কুলিং সিস্টেম ইত্যাদি থাকে। এগুলো ঠিকভাবে কাজ না করলে ইনভার্টার ব্যর্থ হতে পারে এবং মোটর ঠিকভাবে চলবে না। তাই পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের সঠিক পরীক্ষা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

#### ১. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কী?

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স হলো এমন ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্ট ও সার্কিট যা উচ্চ ভোল্টেজ/কারেন্ট নিয়ন্ত্রণ করে এবং শক্তি রূপান্তর করে। ইনভার্টারের মূল কাজই হলো শক্তি রূপান্তর, তাই পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের অবস্থান গুরুত্বপূর্ণ।

#### ২. পরীক্ষা করার উদ্দেশ্য

- ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্টের ক্ষয়/ত্রুটি শনাক্ত করা
- ইনভার্টারের দক্ষতা ও নিরাপত্তা নিশ্চিত করা
- তাপ, ওভারলোড বা শর্ট সার্কিটের লক্ষণ খুঁজে বের করা
- ভবিষ্যতে বড় ক্ষতি বা ব্যর্থতা প্রতিরোধ করা

#### ৩. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা করার ধাপসমূহ

(ক) ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন

- PCB (Printed Circuit Board) বা সার্কিট বোর্ডে পোড়া দাগ আছে কিনা

- ক্যাপাসিটরের ফুলে যাওয়া (Bulging) বা ফাটল আছে কিনা
- সোল্ডার জয়েন্ট ঢিলা বা ফাটল আছে কিনা
- কম্পোনেন্টে ক্র্যাক বা ক্ষতি আছে কিনা
- কুলিং ফ্যান বা হিট সিঙ্ক ধুলো জমে আছে কিনা

#### (খ) কনডেন্সার ও ক্যাপাসিটর পরীক্ষা

- ক্যাপাসিটর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- কোনো ক্যাপাসিটর ফেটে গেছে বা ফুলে গেছে কিনা
- ক্যাপাসিটরের ESR (Equivalent Series Resistance) বৃদ্ধি পেয়েছে কিনা

#### (গ) IGBT / MOSFET পরীক্ষা

- IGBT/MOSFET এর শর্ট বা ওপেন সার্কিট আছে কিনা
- Gate, Drain, Source/Collector, Emitter এর সাথে সংযোগ ঠিক আছে কিনা
- তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা পোড়া চিহ্ন আছে কিনা

#### (ঘ) ডায়োড ও রেজিস্টর পরীক্ষা

- ডায়োডের রিভার্স লিকেজ আছে কিনা
- রেজিস্টরের মান সঠিক আছে কিনা
- কোনো রেজিস্টর জ্বলেছে বা ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে কিনা

#### (ঙ) কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

- ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- হিট সিঙ্কের সাথে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- তাপমাত্রা সেন্সর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা

### ৪. ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা

- ডায়াগনস্টিক টুলে ইনভার্টারের ত্রুটি কোড (DTC) চেক করা
- পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের লাইভ ডাটা দেখে ইনপুট/আউটপুট ভোল্টেজ, কারেন্ট, তাপমাত্রা পর্যবেক্ষণ করা
- কম্পোনেন্টের অস্বাভাবিক কাজ আছে কিনা শনাক্ত করা

### ৫. সম্ভাব্য ত্রুটির লক্ষণ

- গাড়ি স্লো/পাওয়ার কম পাওয়া
- হাইব্রিড/ইনভার্টার ওয়ার্নিং লাইট জ্বলা
- ইনভার্টার অতিরিক্ত গরম হওয়া
- ব্যাটারি চার্জ থাকলেও মোটর ঠিকভাবে কাজ না করা
- অস্বাভাবিক শব্দ বা ধোঁয়া/গন্ধ পাওয়া

### ৬. সমস্যা শনাক্ত হলে করণীয়

- ক্ষতিগ্রস্ত কম্পোনেন্ট পরিবর্তন করা
- সার্কিট বোর্ডে ভাঙা/ঢিলা সোল্ডার ঠিক করা

- কুলিং সিস্টেম পরিষ্কার ও মেরামত করা
- প্রয়োজন হলে ইনভার্টার ইউনিট রিপ্লেস করা

ইনভার্টারের সাথে যুক্ত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা করা হলে ইনভার্টারের কার্যকারিতা, নিরাপত্তা ও স্থায়িত্ব নিশ্চিত করা যায়। এটি হাইব্রিড গাড়ির পারফরম্যান্স বজায় রাখতে একটি গুরুত্বপূর্ণ রক্ষণাবেক্ষণ কাজ।

### ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে ত্রুটি কোড (Error Codes) পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমে যে কোনো সমস্যা দ্রুত শনাক্ত করতে ডায়াগনস্টিক টুল (Diagnostic Tool) ব্যবহার করা হয়। এই টুল গাড়ির ECU/BCM/Hybrid Control Unit থেকে ত্রুটি কোড (Error Code / DTC) সংগ্রহ করে এবং আমাদের বলে দেয় কোন সিস্টেম বা অংশে সমস্যা হয়েছে। এতে সময় বাঁচে এবং সঠিকভাবে মেরামত করা সহজ হয়।

#### ১. ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করার উদ্দেশ্য

- সিস্টেমে কোনো ত্রুটি আছে কিনা তা দ্রুত শনাক্ত করা
- কোন অংশে সমস্যা আছে তা নির্ধারণ করা
- মেরামতের আগে সমস্যা নির্ভুলভাবে বুঝা
- পুনরায় ত্রুটি হচ্ছে কিনা নিশ্চিত করা

#### ২. ডায়াগনস্টিক টুলের মাধ্যমে কী কী করা হয়?

(ক) ত্রুটি কোড (DTC) রিড করা

- মোটর/ইনভার্টার/হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিটে জমে থাকা ত্রুটি কোড পড়া হয়
- কোডের মাধ্যমে সমস্যার ধরন (যেমন: সেন্সর ত্রুটি, কমিউনিকেশন সমস্যা, ওভারহিট, ভোল্টেজ ড্রপ ইত্যাদি) জানা যায়

(খ) লাইভ ডাটা (Live Data) দেখা

- ইনভার্টার ইনপুট/আউটপুট ভোল্টেজ
- মোটরের কারেন্ট ও ভোল্টেজ
- তাপমাত্রা সেন্সর রিডিং
- ফ্যান স্পিড বা কুলিং সিস্টেমের ডাটা
- সিগন্যাল/কমিউনিকেশন ডাটা

লাইভ ডাটা দেখে বোঝা যায় সিস্টেম বাস্তবে কিভাবে কাজ করছে এবং কোনো অস্বাভাবিকতা আছে কিনা।

(গ) ফ্রিজ/ফ্রো (Freeze Frame) ডাটা

- কোনো ত্রুটি ঘটানোর সময়ের নির্দিষ্ট ডাটা রেকর্ড থাকে
- এই ডাটা থেকে ত্রুটি ঘটানোর কারণ বোঝা সহজ হয়

(ঘ) কোড ক্লিয়ার/রিসেট

- মেরামত বা পরিবর্তনের পর ত্রুটি কোড ক্লিয়ার করা হয়
- তারপর পুনরায় পরীক্ষা করে দেখা হয় কোড পুনরায় আসছে কিনা

### ৩. ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করার ধাপসমূহ

১. গাড়ির OBD (On-Board Diagnostics) পোর্টে ডায়াগনস্টিক টুল সংযুক্ত করা
২. সিস্টেম চালু করে স্ক্যানিং শুরু করা
৩. Error Code / DTC পড়া
৪. লাইভ ডাটা ও Freeze Frame ডাটা বিশ্লেষণ করা
৫. প্রয়োজনীয় মেরামত/পরিবর্তন করা
৬. কোড ক্লিয়ার করে পুনরায় স্ক্যান করা

### ৪. নিরাপত্তা সতর্কতা

- ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করার সময় সিস্টেমের হাই ভোল্টেজ সেফটি বজায় রাখতে হবে
- ডায়াগনস্টিক প্রক্রিয়ায় কোনো ভুল ইনপুট দিলে ভুল তথ্য আসতে পারে
- ম্যানুফ্যাকচারারের নির্দেশনা অনুযায়ী টুল ব্যবহার করা উচিত

ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে ত্রুটি কোড পরীক্ষা করা হাইব্রিড গাড়ির মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমের রক্ষণাবেক্ষণের একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ। এটি সঠিকভাবে সমস্যার উৎস নির্ধারণে সহায়তা করে এবং সিস্টেমকে নিরাপদ ও কার্যকরভাবে পরিচালনা করতে সাহায্য করে।

### রক্ষণাবেক্ষণের পরে ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করাঃ

কোনো রক্ষণাবেক্ষণ বা মেরামতের কাজ করার পর, ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা নিশ্চিত করার জন্য পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ কোনো অংশ বদলানো বা ঠিক করা হলেও সেটি ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা নিশ্চিত না হলে পরে বড় সমস্যা হতে পারে। তাই মেরামতের পর ফাইনাল টেস্টিং করা হয়।

### ১. টেস্টিংয়ের উদ্দেশ্য

- মেরামত/পরিবর্তনের পর সিস্টেমের কার্যকারিতা যাচাই করা
- কোনো নতুন সমস্যা সৃষ্টি হয়েছে কিনা নিশ্চিত করা
- মোটর ও ইনভার্টারের পারফরম্যান্স ঠিক আছে কিনা পরীক্ষা করা
- সেফটি ও নির্ভরযোগ্যতা নিশ্চিত করা

### ২. টেস্টিং করার ধাপসমূহ

#### (ক) সিস্টেম পুনরায় সক্রিয়করণ (Re-energize)

- হাই ভোল্টেজ সিস্টেম সেফলি পুনরায় চালু করা
- সিস্টেমের পাওয়ার অন/অফ চেক করা

#### (খ) ডায়াগনস্টিক স্ক্যান করা

- ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে Error Code / DTC চেক করা
- মেরামতের পরে কোনো ত্রুটি কোড রয়েছে কিনা দেখা
- লাইভ ডাটা (Live Data) পর্যবেক্ষণ করা

#### (গ) মোটর অপারেশন পরীক্ষা

- মোটর স্টার্ট/স্টপ হচ্ছে কিনা
- মোটর ঘুরতে সময় নেয় কিনা বা ঝাঁকুনি আছে কিনা

- মোটরের RPM, ভোল্টেজ, কারেন্ট ঠিক আছে কিনা
- অস্বাভাবিক শব্দ বা কম্পন আছে কিনা

(ঘ) ইনভার্টার অপারেশন পরীক্ষা

- ইনভার্টার DC to AC রূপান্তর ঠিকভাবে করছে কিনা
- ইনভার্টারের তাপমাত্রা স্বাভাবিক আছে কিনা
- কুলিং সিস্টেম কাজ করছে কিনা
- ইনভার্টারের আউটপুট ভোল্টেজ/কারেন্ট সঠিক আছে কিনা

(ঙ) রোড টেস্ট (Road Test)

- গাড়ি চালিয়ে মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম বাস্তবে কেমন কাজ করছে তা যাচাই করা
- বিভিন্ন ড্রাইভিং মোডে (স্টার্ট, এক্সিলারেশন, ক্রুজিং, ব্রেকিং) সিস্টেমের পারফরম্যান্স দেখা
- কোনো ওয়ার্নিং লাইট/ত্রুটি কোড আসছে কিনা নিশ্চিত করা

৩. নিরাপত্তা সতর্কতা

- রোড টেস্ট করার আগে নিশ্চিত হওয়া যে সব সংযোগ ঠিক আছে
- কেবল/কানেক্টর ঢিলা নেই
- হাই ভোল্টেজ সিস্টেম সঠিকভাবে সুরক্ষিত আছে
- প্রয়োজনীয় PPE ব্যবহার করা

৪. টেস্টিংয়ের ফলাফল নথিভুক্ত করা

- টেস্ট রিপোর্টে ডায়াগনস্টিক রিডিং ও ফলাফল লেখা
- কোনো ত্রুটি থাকলে তা উল্লেখ করা
- পুনরায় মেরামত বা পরবর্তী পদক্ষেপ নির্ধারণ করা

রক্ষণাবেক্ষণের পর মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম পরীক্ষা করা একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ, যা নিশ্চিত করে যে সার্ভিসের কাজ সঠিকভাবে সম্পন্ন হয়েছে এবং গাড়ি নিরাপদভাবে চলাচল করতে সক্ষম। এটি হাইব্রিড সিস্টেমের স্থায়িত্ব ও নির্ভরযোগ্যতা বজায় রাখতে সহায়তা করে।

## সেলফ চেক (Self Check)-৭.৪

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

১. হাইব্রিড গাড়ির ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম কেন পরিদর্শন করা হয়?
২. ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা জরুরি?
৩. মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমের বৈদ্যুতিক সংযোগ কেন পরীক্ষা করা হয়?
৪. ইনভার্টার সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?
৫. ইনভার্টার সিস্টেম কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?
৬. মোটর ব্রাশ কেন পরিদর্শন করা প্রয়োজন?
৭. ইনভার্টারের সঙ্গে যুক্ত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কেন পরীক্ষা করা হয়?
৮. ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমে ডায়াগনস্টিক টুল কেন ব্যবহার করা হয়?
৯. এরর কোড পাওয়া গেলে কী করা উচিত?
১০. রক্ষণাবেক্ষণের পর মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৭.৪

১. প্রশ্ন: হাইব্রিড গাড়ির ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম কেন পরিদর্শন করা হয়?

উত্তর: সিস্টেমের ত্রুটি, ক্ষয় বা ক্ষতি শনাক্ত করে স্বাভাবিক কার্যক্ষমতা নিশ্চিত করার জন্য।

২. প্রশ্ন: ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা জরুরি?

উত্তর: অতিরিক্ত তাপমাত্রা রোধ করে সিস্টেমের দক্ষতা ও আয়ু বজায় রাখার জন্য।

৩. প্রশ্ন: মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমের বৈদ্যুতিক সংযোগ কেন পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: ঢিলা সংযোগ, ক্ষতিগ্রস্ত তার বা শর্ট সার্কিট শনাক্ত করার জন্য।

৪. প্রশ্ন: ইনভার্টার সিস্টেমের প্রধান কাজ কী?

উত্তর: ব্যাটারি থেকে পাওয়া DC বিদ্যুৎকে AC বিদ্যুতে রূপান্তর করে ইলেকট্রিক মোটর চালানো।

৫. প্রশ্ন: ইনভার্টার সিস্টেম কীভাবে পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: ডায়াগনস্টিক টেস্ট ও পারফরম্যান্স চেকের মাধ্যমে এর দক্ষতা যাচাই করা হয়।

৬. প্রশ্ন: মোটর ব্রাশ কেন পরিদর্শন করা প্রয়োজন?

উত্তর: ব্রাশ ক্ষয় হলে মোটরের কার্যক্ষমতা কমে যেতে পারে, তাই প্রয়োজন অনুযায়ী প্রতিস্থাপন করা হয়।

৭. প্রশ্ন: ইনভার্টারের সঙ্গে যুক্ত পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স কেন পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: সঠিক বিদ্যুৎ নিয়ন্ত্রণ ও সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করার জন্য।

৮. প্রশ্ন: ইলেকট্রিক মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেমে ডায়াগনস্টিক টুল কেন ব্যবহার করা হয়?

উত্তর: এরর কোড শনাক্ত করে লুকানো ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য।

৯. প্রশ্ন: এরর কোড পাওয়া গেলে কী করা উচিত?

উত্তর: কোড বিশ্লেষণ করে সংশ্লিষ্ট ত্রুটি মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা উচিত।

১০. প্রশ্ন: রক্ষণাবেক্ষণের পর মোটর ও ইনভার্টার সিস্টেম কেন পরীক্ষা করা হয়?

উত্তর: মেইনটেন্যান্সের পর সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কি না তা নিশ্চিত করার জন্য।

## জবশীট (Job sheet)-৭.৪.১

জবের নাম: বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণ করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. বৈদ্যুতিক মোটর ও ইনভার্টার পরীক্ষা- মোটর ও ইনভার্টারের প্রাথমিক কার্যকারিতা পরীক্ষা
২. কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা ফ্যান ও তাপবহন সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা
৩. বৈদ্যুতিক সংযোগ ও তার পরীক্ষা- সমস্ত তার ও সংযোগ পরীক্ষা; ক্ষয় বা ছিঁড়া থাকলে প্রতিস্থাপন
৪. ইনভার্টার ডিসি থেকে এসি রূপান্তর পরীক্ষা - ব্যাটারি থেকে আসা ডিসি ভোল্টেজকে এসি তে রূপান্তর দক্ষতা যাচাই
৫. মোটর ব্রাশ পরীক্ষা- ব্রাশের ক্ষয়ক্ষতি পরীক্ষা; প্রয়োজনে নতুন ব্রাশ প্রতিস্থাপন
৬. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স পরীক্ষা- মেরু বদল এবং সংকেতের কার্যকারিতা যাচাই
৭. ডায়াগনস্টিক পরীক্ষা- ত্রুটি কোড চেক করা, লোগ রেকর্ড করা
৮. চূড়ান্ত পরীক্ষা- রক্ষণাবেক্ষণ শেষে মোটর ও ইনভার্টারের কার্যকারিতা যাচাই

### সতর্কতা:

- ব্যাটারি ডিসকানেক্ট করার আগে সব সংযোগ বিচ্ছিন্ন করুন।
- বৈদ্যুতিক অংশ স্পর্শ করার আগে সব ভোল্টেজ পরীক্ষা করুন।
- ইনভার্টারের হিটিং এলিমেন্ট স্পর্শ করবেন না।
- সমস্ত পরীক্ষা ও প্রতিস্থাপন করার সময় PPE (হ্যান্ডগ্লাভ, সেফটি গগলস) ব্যবহার করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৭.৪.১

জবের নাম: বৈদ্যুতিক মোটর এবং ইনভার্টার সিস্টেম রক্ষণাবেক্ষণ করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

- ল্যাপটপ ও ডায়াগনস্টিক সফটওয়্যার
- স্ক্রু-ডাইভার
- ইনভার্টার ডায়াগনস্টিক টুলস
- মাল্টিমিটার

প্রয়োজনীয় কাঁচামাল:

- ফিউজ
- বোল্ট, নাট
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- কানেক্টর

ডায়াগ্রাম:



## ইনফরমেশন শীট (Information Sheet)-৭.৫

শিখন ফল-৫: হাইব্রিড সিস্টেমের সমস্যা সমাধান করতে পারবে।

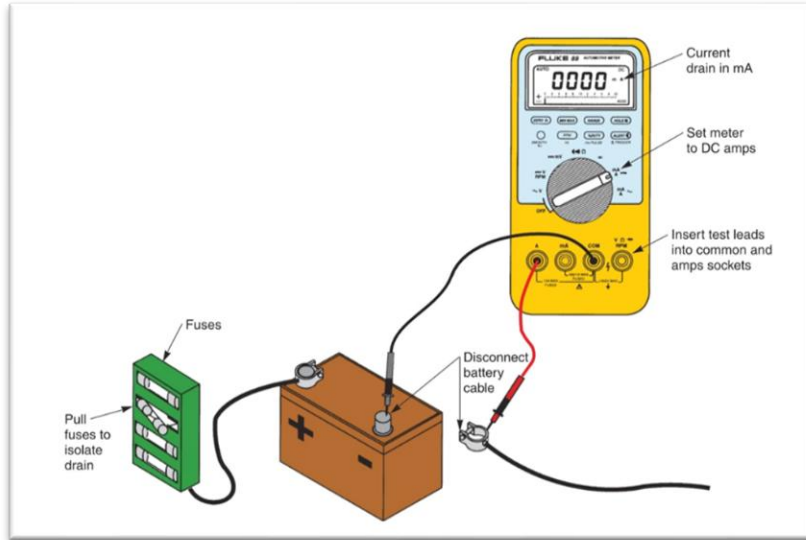
শিখন উদ্দেশ্য: এই ইনফরমেশন শিট সম্পন্ন করার পর, প্রশিক্ষণার্থীরা নিম্নলিখিত বিষয়বস্তুসমূহ ব্যাখ্যা, শনাক্ত ও সংজ্ঞায়িত করতে পারবে এবং সংশ্লিষ্ট কার্যাবলী সম্পাদন করতে পারবে।

### বিষয়বস্তু (Contents):

- উপযুক্ত টুল ও সফটওয়্যার ব্যবহার করে হাইব্রিড সিস্টেমের ডায়াগনস্টিক করা
- ইসিইউ (ইঞ্জিন কন্ট্রোল ইউনিট) বা হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউল থেকে প্রাপ্ত ত্রুটি কোডগুলি বিশ্লেষণ করা
- বৈদ্যুতিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক, পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং অভ্যন্তরীণ দহন ইঞ্জিন (আইসিই) পরিদর্শন করা
- ভোল্টেজের মাত্রা, চার্জের অবস্থা (এসওসি) এবং তাপমাত্রা পরিমাপ করে ব্যাটারির অবস্থা পরীক্ষা করা
- পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম পরীক্ষা করা
- তার এবং বৈদ্যুতিক সংযোগ পরিদর্শন করা
- ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা করা
- পুনর্জন্মমূলক (Regenerative) ব্রেকিং কার্যকারিতা পরীক্ষা করা
- হাইব্রিড সিস্টেম নিয়ন্ত্রণ মডিউলগুলি পরীক্ষা করা

### উপযুক্ত টুল ও সফটওয়্যার ব্যবহার করে হাইব্রিড সিস্টেমের ডায়াগনস্টিক করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির সিস্টেম খুবই জটিল এবং এতে ব্যাটারি, ইলেকট্রিক মোটর, ইনভার্টার, ICE (Internal Combustion Engine), ট্রান্সমিশন এবং বিভিন্ন সেন্সর/ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল ইউনিট থাকে। তাই কোনো সমস্যা হলে সেটি শুধুমাত্র চোখে দেখে বোঝা যায় না। সমস্যার সঠিক কারণ বের করতে ডায়াগনস্টিক টুল ও সফটওয়্যার ব্যবহার করে সিস্টেমের ত্রুটি শনাক্ত করা হয়।



**চিত্রঃ** ব্যাটারি ড্রেন পরীক্ষা করার জন্য, নেগেটিভ কেবলের সাথে সিরিজের একটি অ্যামিটার সংযুক্ত করুন। যদি সবকিছু বন্ধ থাকে অবস্থায় ব্যাটারি থেকে প্রবাহিত কারেন্ট নির্দিষ্টকরণের চেয়ে বেশি হয়, তাহলে বৈদ্যুতিক সমস্যা ব্যাটারি ডিসচার্জ করছে। ফিউজ টেনে, আপনি সমস্যায়ুক্ত সার্কিটটি বিচ্ছিন্ন করতে পারেন।

## কোন টুল ও সফটওয়্যার ব্যবহার হয়?

### (ক) OBD (On-Board Diagnostics) স্ক্যানার

- গাড়ির OBD পোর্টে সংযুক্ত করে ECU থেকে ত্রুটি কোড (DTC) রিড করা হয়
- সাধারণ ওয়ার্নিং লাইট/ত্রুটি চিহ্ন শনাক্ত করা যায়

### (খ) হাইব্রিড বিশেষ ডায়াগনস্টিক টুল

- হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিট, ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS), ইনভার্টার, ইলেকট্রিক মোটর ইত্যাদির বিশেষ ডায়াগনস্টিক করা যায়
- লাইভ ডাটা, ফ্রিজ ফ্রেম ডাটা, ও সিস্টেম স্ট্যাটাস দেখা যায়

### (গ) ম্যানুফ্যাকচারারের সফটওয়্যার/প্রোগ্রাম

- কিছু ব্র্যান্ডের গাড়িতে নির্দিষ্ট সফটওয়্যার প্রয়োজন হয় (যেমন Toyota Techstream, Honda HDS ইত্যাদি)
- গাড়ির নির্দিষ্ট মডেলের জন্য সঠিক ডায়াগনস্টিক করা যায়

## ডায়াগনস্টিক প্রক্রিয়া

### (ক) স্ক্যানিং ও ত্রুটি কোড রিড করা

- প্রথমে ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে ত্রুটি কোড সংগ্রহ করা
- কোডের মানে বুঝে কোন অংশে সমস্যা আছে তা নির্ধারণ করা

### (খ) লাইভ ডাটা বিশ্লেষণ

- ব্যাটারি ভোল্টেজ, SOC, ইনভার্টার তাপমাত্রা, মোটর কারেন্ট, সেন্সর রিডিং ইত্যাদি দেখা
- ডাটা থেকে সিস্টেমের অস্বাভাবিকতা বোঝা যায়

### (গ) ফ্রিজ ফ্রেম ডাটা চেক

- ত্রুটি ঘটার সময় সিস্টেমের নির্দিষ্ট অবস্থার ডাটা রেকর্ড থাকে
- এটি সমস্যার সময় ও কারণ বুঝতে সহায়তা করে

## নিরাপত্তা সতর্কতা

- হাইভোল্টেজ সিস্টেমে কাজ করার আগে সিস্টেম ডি-এনার্জাইজ করতে হবে
- PPE (Insulated gloves, safety glasses, insulated tools) ব্যবহার করতে হবে
- ডায়াগনস্টিক করার সময় কোনো ভুল ইনপুট দিলে ভুল তথ্য আসতে পারে, তাই সতর্কতা জরুরি

## ECU বা হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউল থেকে পাওয়া ত্রুটি কোড বিশ্লেষণ করাঃ

হাইব্রিড গাড়িতে বিভিন্ন সিস্টেমের তথ্য ও ত্রুটি কোড ECU (Engine Control Unit) এবং Hybrid Control Module এ জমা হয়। ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে এই কোডগুলো বের করলে দেখা যায় কোন অংশে সমস্যা হয়েছে। কিন্তু শুধু কোড পড়লেই কাজ শেষ হয় না—কোডের মানে বুঝে সঠিকভাবে বিশ্লেষণ (Analysis) করতে হয়, কারণ একই কোডের পেছনে ভিন্ন ভিন্ন কারণ থাকতে পারে। তাই ত্রুটি কোড বিশ্লেষণ করা একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ।

## ত্রুটি কোড কী এবং কেন গুরুত্বপূর্ণ?

- DTC (Diagnostic Trouble Code) হলো একটি নির্দিষ্ট কোড যা কোনো নির্দিষ্ট সমস্যা বা ত্রুটি নির্দেশ করে
- কোডের মাধ্যমে সমস্যা কোন সিস্টেম/সেন্সর/কম্পোনেন্টে আছে তা ধারণা পাওয়া যায়

- সঠিক বিশ্লেষণ ছাড়া ভুল অংশ পরিবর্তন করা হতে পারে

ECU বা হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউল থেকে ত্রুটি কোড বিশ্লেষণ করা মানে শুধু কোড পড়া নয়, বরং সেই কোডের মাধ্যমে সমস্যা কোথায় ও কেন হচ্ছে তা নির্ণয় করা। এটি সঠিকভাবে সমস্যার মূল কারণ বের করতে এবং সঠিক মেরামত করতে সহায়তা করে।

ইসিইউ (ECU) বা হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউল থেকে প্রাপ্ত ত্রুটি কোড (Diagnostic Trouble Codes - DTC) বিশ্লেষণ করা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রক্রিয়া। আধুনিক গাড়ির "মস্তিষ্ক" হিসেবে কাজ করা এই মডিউলগুলো যখন কোনো অসজ্জাতি খুঁজে পায়, তখন তারা নির্দিষ্ট কোড মেমোরিতে সেভ করে রাখে।

নিচে এই ত্রুটি কোডগুলো বিশ্লেষণ করার ধাপ এবং পদ্ধতিগুলো তুলে ধরা হলো:

### ১. ডিটিসি (DTC) কোড রিডিং

সবচেয়ে প্রথম ধাপ হলো একটি **OBD-II Scanner** বা ডায়াগনস্টিক টুল ব্যবহার করে গাড়ির কম্পিউটার থেকে কোডগুলো সংগ্রহ করা। এই কোডগুলো সাধারণত একটি অক্ষর এবং চারটি সংখ্যা দিয়ে গঠিত হয় (যেমন: P0101)।

### ২. কোডের গঠন বিশ্লেষণ

ত্রুটি কোডগুলো এলোমেলো কোনো সংখ্যা নয়, বরং এর প্রতিটি অংশের নির্দিষ্ট অর্থ আছে:

- **প্রথম অক্ষর:** সিস্টেম চিহ্নিত করে (P = Powertrain, B = Body, C = Chassis, U = Network)।
- **প্রথম সংখ্যা:** এটি কি জেনেরিক কোড (0) নাকি কোম্পানি নির্দিষ্ট কোড (1)।
- **দ্বিতীয় সংখ্যা:** নির্দিষ্ট সাব-সিস্টেম (যেমন: জ্বালানি সিস্টেম বা ইগনিশন)।
- **শেষ দুই সংখ্যা:** নির্দিষ্ট ত্রুটির ধরণ।

### ৩. হাইব্রিড কন্ট্রোল মডিউলের বিশেষত্ব

হাইব্রিড গাড়ির ক্ষেত্রে বিশ্লেষণ কিছুটা ভিন্ন হয়। কারণ এখানে শুধু ইঞ্জিন নয়, বরং হাই-ভোল্টেজ ব্যাটারি এবং ইলেকট্রিক মোটরের সমন্বয় থাকে।

- **ইনভার্টার এবং কনভার্টার চেক:** হাইব্রিড সিস্টেমে ইনভার্টার কুলিং বা ভোল্টেজ লিকেজের জন্য আলাদা কোড থাকে।
- **ব্যাটারি হেলথ (SOC):** ব্যাটারি প্যাকেজের প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ পার্থক্যের ওপর ভিত্তি করে হাইব্রিড মডিউল কোড জেনারেট করে।

### ৪. লাইভ ডেটা মনিটরিং (Live Data Analysis)

শুধু কোড জানলেই সমস্যার মূল কারণ বোঝা যায় না। তাই টেকনিশিয়ানরা **Live Data Stream** পরীক্ষা করেন। এর মাধ্যমে বোঝা যায় গাড়ি চলাকালীন সময়ে সেন্সরগুলো (যেমন: অক্সিজেন সেন্সর বা এমএএফ সেন্সর) সঠিক রিডিং দিচ্ছে কি না।

**সতর্কতা:** অনেক সময় একটি কোড অন্য কোনো যান্ত্রিক সমস্যার ফল হতে পারে। যেমন: 'Lean Mixture' কোড আসার মানে এই নয় যে সেন্সর খারাপ, বরং এর কারণ হতে পারে ভ্যাকিউম লিক বা ফ্যুয়েল পাম্পের দুর্বলতা।

### ৫. পরবর্তী পদক্ষেপ: কোড ক্লিয়ারিং ও টেস্ট ড্রাইভ

সমস্যা সমাধান করার পর ইসিইউ থেকে কোডগুলো মুছে ফেলা হয় এবং একটি 'টেস্ট ড্রাইভ' দেওয়া হয় যাতে নিশ্চিত হওয়া যায় যে **Check Engine Light** পুনরায় জ্বলে উঠছে না।

### কোড বিশ্লেষণের পরে করণীয়

- নির্ধারিত কারণ অনুযায়ী পরীক্ষা/মেরামত করা
- সমস্যা সমাধানের পর কোড ক্লিয়ার করা

- পুনরায় ডায়াগনস্টিক করে কোড ফিরে আসছে কিনা দেখা
- যদি কোড ফিরে আসে, তাহলে আরও গভীরভাবে সমস্যা অনুসন্ধান করা

### ইলেকট্রিক মোটর, ব্যাটারি প্যাক, পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং ICE (ইন্টারনাল কম্বাশন ইঞ্জিন) পরিদর্শন করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির সমস্যা সমাধানের সময় (Troubleshooting) সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ কাজ হলো সিস্টেমের মূল অংশগুলোকে পরিদর্শন করা। কারণ হাইব্রিড গাড়িতে একসাথে ইলেকট্রিক ও ফুয়েল-চালিত অংশ থাকে। কোনো সমস্যা হলে তা অনেক সময় এই প্রধান অংশগুলোর যেকোনো একটির ত্রুটির কারণে হতে পারে। তাই এই চারটি অংশকে ভালোভাবে পরীক্ষা করে ত্রুটির উৎস খুঁজে বের করতে হয়।

#### ১. ইলেকট্রিক মোটর (Electric Motor) পরিদর্শন

- মোটরের বাইরের অংশে জং, ফাটল বা পোড়া দাগ আছে কিনা দেখা
- মোটর ঘোরার সময় অস্বাভাবিক শব্দ, কম্পন বা আটকে যাওয়া আছে কিনা
- মোটরের ভোল্টেজ, কারেন্ট ও তাপমাত্রা সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- মোটর ব্রাশ (যদি থাকে) ক্ষয় হয়েছে কিনা পরীক্ষা করা
- মোটর কেবল ও কানেক্টর ঠিক আছে কিনা

#### ২. ব্যাটারি প্যাক (Battery Pack) পরিদর্শন

- ব্যাটারি প্যাকের ভিতরে বা বাহিরে ক্ষতি/ফাটল/সার্কিট সমস্যা আছে কিনা
- ব্যাটারির চার্জ লেভেল, ভোল্টেজ ও SOC ঠিক আছে কিনা
- ব্যাটারি টার্মিনাল/কানেক্টরে করোশন বা ঢিলা সংযোগ আছে কিনা
- ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম ঠিক আছে কিনা
- ব্যাটারি ম্যানেজমেন্ট সিস্টেম (BMS) ত্রুটি আছে কিনা

#### ৩. পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স (Power Electronics) পরিদর্শন

ইনভার্টার ও ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের অংশ হিসেবে পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স গুরুত্বপূর্ণ। পরিদর্শনের বিষয়গুলো-

- IGBT/MOSFET, ডায়োড, ক্যাপাসিটর, PCB ইত্যাদিতে ক্ষতি আছে কিনা
- সার্কিট বোর্ডে পোড়া দাগ, ফাটল, ফুলে যাওয়া ক্যাপাসিটর আছে কিনা
- ইনভার্টারের কুলিং সিস্টেম ঠিক আছে কিনা
- ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে ত্রুটি কোড ও লাইভ ডাটা চেক করা

#### ৪. ICE (Internal Combustion Engine) পরিদর্শন

হাইব্রিড গাড়ির ICE সাধারণ গাড়ির মতোই কাজ করে, তাই নিচের বিষয়গুলো পরীক্ষা করা হয়—

- ইঞ্জিনের তেল/কুল্যান্ট লিকেজ আছে কিনা
- ইঞ্জিনে অস্বাভাবিক শব্দ, কম্পন বা স্টার্ট সমস্যা আছে কিনা
- ইঞ্জিনের সেন্সর/ফুয়েল সিস্টেম/ইগনিশন সিস্টেম ঠিক আছে কিনা
- ECU থেকে ICE সম্পর্কিত ত্রুটি কোড আছে কিনা
- ইঞ্জিনের কার্যক্ষমতা ও পারফরম্যান্স পরীক্ষা করা

#### ৫. কেন এই চারটি অংশ একসাথে পরীক্ষা করা হয়?

হাইব্রিড গাড়িতে মোটর, ব্যাটারি, পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স এবং ICE একে অপরের সাথে যুক্ত। কোনো একটি অংশে সমস্যা থাকলে:

- মোটরের কাজ কমে যেতে পারে
- ব্যাটারি দ্রুত খালি হতে পারে
- ইনভার্টার ত্রুটি দেখাতে পারে

- ICE বেশি কাজ করতে পারে বা অস্বাভাবিকভাবে চলতে পারে

এমন অবস্থায় সঠিক সমস্যার উৎস নির্ণয় করতে এই চারটি অংশ একসাথে পরীক্ষা করা অত্যন্ত জরুরি।

#### ৬. ফলাফল ও করণীয়

- যেকোনো ত্রুটি বা অস্বাভাবিকতা দেখা গেলে ডায়াগনস্টিক ও ম্যানুয়াল অনুযায়ী মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা
- মেরামতের পর পুনরায় ডায়াগনস্টিক করে নিশ্চিত করা যে সমস্যা সমাধান হয়েছে
- সিস্টেমের নিরাপত্তা বজায় রেখে কাজ করা

#### ভোল্টেজ, SOC ও তাপমাত্রা পরিমাপ করে ব্যাটারির অবস্থা পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির ব্যাটারি সিস্টেমের কার্যকারিতা নির্ভর করে ব্যাটারির ভোল্টেজ, চার্জের অবস্থা (SOC) এবং তাপমাত্রা এর ওপর। ব্যাটারি যদি দুর্বল হয় বা অতিরিক্ত গরম হয়ে যায়, তাহলে গাড়ির পারফরম্যান্স কমে যায় এবং সিস্টেমে ত্রুটি দেখা দিতে পারে। তাই সমস্যার সমাধানে ব্যাটারির অবস্থা পরিমাপ করা একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাপ।

#### ১. ব্যাটারি ভোল্টেজ পরীক্ষা

- ব্যাটারির মোট ভোল্টেজ এবং প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ মাপা হয়
- ভোল্টেজ রিডিং নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে আছে কিনা দেখা হয়
- কোনো সেল কম ভোল্টেজ দেখাচ্ছে কিনা বা ভোল্টেজ অসমান (imbalance) কিনা যাচাই করা হয়

ভোল্টেজ অসমান হলে ব্যাটারি ব্যালান্সিং বা সেল রিপ্লেসের প্রয়োজন হতে পারে।

#### ২. SOC (State of Charge) পরিমাপ

SOC হলো ব্যাটারির বর্তমান চার্জের শতাংশ (যেমন 80% বা 40%)। এটি ব্যাটারির অবশিষ্ট শক্তির ধারণা দেয়।

- SOC মাপার মাধ্যমে বোঝা যায় ব্যাটারি কতটা চার্জ আছে
- SOC কম থাকলে গাড়ির শক্তি কমে যায়
- SOC বারবার অস্বাভাবিকভাবে কমে বা ওঠে, তাহলে ব্যাটারিতে সমস্যা থাকতে পারে

#### ৩. ব্যাটারি তাপমাত্রা পরীক্ষা

ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হলে ব্যাটারির কর্মক্ষমতা কমে যায় এবং ক্ষতির সম্ভাবনা বাড়ে। তাই তাপমাত্রা পরীক্ষা করা হয়-

- ব্যাটারির তাপমাত্রা সেন্সর রিডিং দেখা
- ব্যাটারির তাপমাত্রা স্বাভাবিক সীমার মধ্যে আছে কিনা যাচাই করা
- যদি তাপমাত্রা বেশি হয়, তাহলে কুলিং সিস্টেম, ভেন্টিলেশন বা ব্যাটারি ব্যবহার পরিস্থিতি পরীক্ষা করা হয়

#### ৪. ব্যাটারি অবস্থা বিশ্লেষণ

এই তিনটি মান একসাথে বিশ্লেষণ করে ব্যাটারির অবস্থা নির্ণয় করা হয়-

- ভোল্টেজ কম + SOC কম + তাপমাত্রা বেশি → ব্যাটারি দুর্বল/অতিরিক্ত গরম
- ভোল্টেজ অসমান + SOC কম → সেল ব্যালান্সিং সমস্যা বা কিছু সেল খারাপ
- ভোল্টেজ ঠিক + SOC ঠিক কিন্তু তাপমাত্রা বেশি → কুলিং সিস্টেম সমস্যা

#### ৫. সমস্যা থাকলে করণীয়

- ব্যাটারি ভোল্টেজ অসমান হলে ব্যালান্সিং/সেল রিপ্লেস করা
- SOC অস্বাভাবিক হলে ব্যাটারি চার্জিং সিস্টেম পরীক্ষা করা
- তাপমাত্রা বেশি হলে কুলিং সিস্টেম/ফ্যান/ভেন্ট পরীক্ষা ও মেরামত করা
- BMS ত্রুটি থাকলে BMS পরীক্ষা ও রিসেট/রিপ্লেস করা

**হাইব্রিড ইঞ্জিন সিস্টেমের কিছু সাধারণ সমস্যা এবং তার সম্ভাব্য সমাধান নিচে দেওয়া হলো:**

**ড্যাশবোর্ডে সতর্কীকরণ বাতি:** হাইব্রিড সিস্টেমে কোনো ত্রুটি দেখা দিলে গাড়ির ড্যাশবোর্ডে সতর্কীকরণ বাতি (যেমন, 'চেক হাইব্রিড সিস্টেম' বা 'হ হাইব্রিড সিস্টেম মালফাংশন') জ্বলে উঠতে পারে।

**করণীয়:**

- সতর্কীকরণ বাতি দেখা গেলে নিরাপদ স্থানে গাড়ি থামান।
- কিছু ক্ষেত্রে, গাড়ি রিস্টার্ট করলে সমস্যা ঠিক হতে পারে। তবে, বাতিটি আবার জ্বলে উঠলে আরও পদক্ষেপ নিতে হবে।
- গাড়ি চালানো চালিয়ে গেলে আরও ক্ষতি হতে পারে, তাই দ্রুত একজন বিশেষজ্ঞ টেকনিশিয়ানের কাছে যান।
- বিশেষজ্ঞ মেকানিক একটি অনবোর্ড ডায়াগনস্টিকস (OBD-II) স্ক্যানার ব্যবহার করে ত্রুটির কোডগুলো পরীক্ষা করবেন, যা সমস্যার উৎস খুঁজে বের করতে সাহায্য করবে।

**ব্যাটারির সমস্যাঃ** হাইব্রিড গাড়ির ব্যাটারি সময়ের সাথে সাথে দুর্বল হতে পারে, যার ফলে কর্মক্ষমতা ও জ্বালানি দক্ষতা কমে যায়।

**করণীয়:**

- ব্যাটারির চার্জ লেভেল নিয়মিত পর্যবেক্ষণ করা উচিত।
- যদি ব্যাটারির সংযোগে কোনো ক্ষয় বা টিলা তার দেখা যায়, তাহলে তা পরীক্ষা করে ঠিক করা প্রয়োজন।
- বিশেষজ্ঞ মেকানিকের মাধ্যমে ব্যাটারি পরীক্ষা করিয়ে প্রয়োজন হলে পরিবর্তন করা যেতে পারে।

**জ্বালানি দক্ষতার হ্রাসঃ** জ্বালানি খরচ হঠাৎ বেড়ে গেলে তা হাইব্রিড সিস্টেমে সমস্যার লক্ষণ হতে পারে।

**করণীয়:**

- ব্যাটারির কর্মক্ষমতা পরীক্ষা করুন, কারণ ব্যাটারির দুর্বলতার কারণে ইঞ্জিন বেশি ব্যবহার হতে পারে।
- সম্ভাব্য ত্রুটির জন্য ফিউজ বা ইনভার্টার পরীক্ষা করে দেখুন।
- ক্যাটালিটিক কনভার্টারটিও পরীক্ষা করা দরকার, কারণ এটি নিষ্কাশন নিয়ন্ত্রণ ও জ্বালানি দক্ষতা বজায় রাখতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

**অস্বাভাবিক শব্দ বা কর্মক্ষমতা হ্রাসঃ** ইঞ্জিন থেকে অস্বাভাবিক শব্দ, গতি কমে যাওয়া বা সাধারণ কার্যকারিতা হ্রাস পেলে বুঝতে হবে সিস্টেমে কোনো সমস্যা আছে।

**করণীয়:**

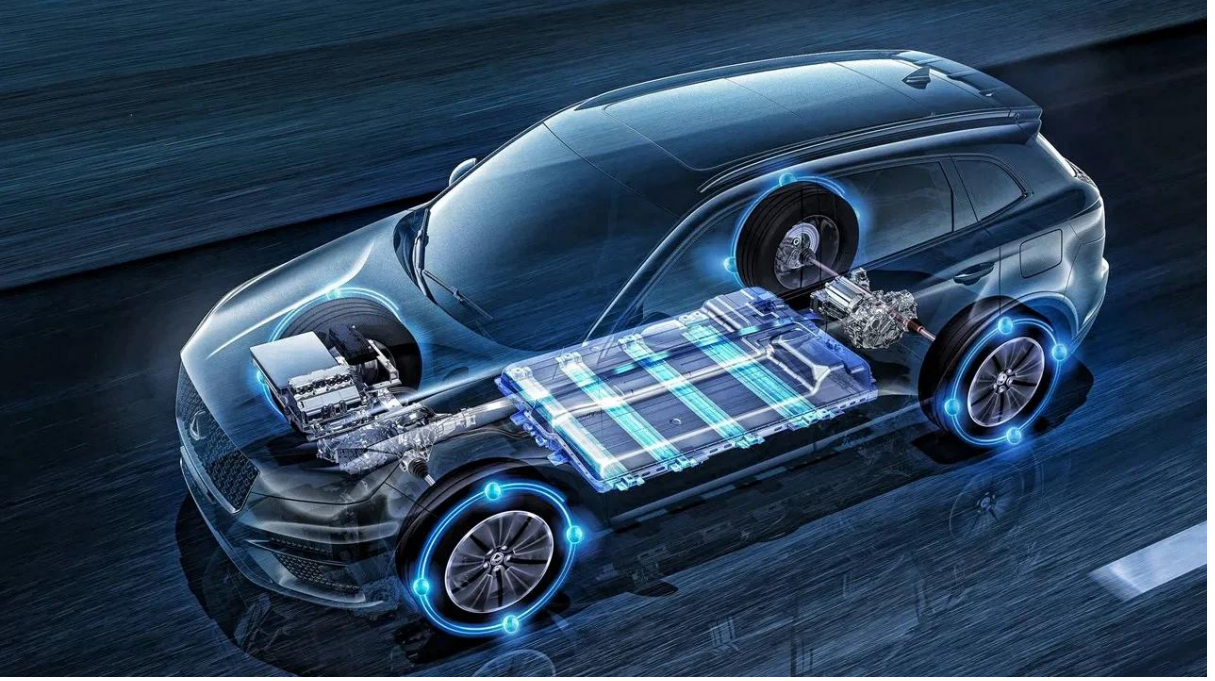
- ইঞ্জিন ও ইলেকট্রনিক্স সঠিক তাপমাত্রায় আছে কিনা, তা নিশ্চিত করতে কুল্যান্ট সিস্টেম পরীক্ষা করুন।
- সঠিক বায়ুপ্রবাহ নিশ্চিত করতে এয়ার ফিল্টার পরিষ্কার রাখুন।

**ব্রেক সিস্টেমের ত্রুটি-**

কিছু হাইব্রিড গাড়িতে, বিশেষ করে ইঞ্জিন বন্ধ থাকা অবস্থায় ব্রেক বুস্টার সমস্যা করতে পারে, কারণ এতে বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম পাম্প ব্যবহার করা হয়।

**করণীয়:**

- ব্রেক সিস্টেমের কোনো তরল লিক হচ্ছে কিনা, তা পরীক্ষা করুন।
- যদি ভ্যাকুয়াম পাম্প বা সেন্সর খারাপ হয়ে যায়, তাহলে তা একজন অভিজ্ঞ মেকানিক দ্বারা মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা দরকার।



হাইব্রিড যানবাহন, সমান্তরাল হাইব্রিড নামে পরিচিত, তুলনামূলকভাবে পরিপক্ব ধরনের হাইব্রিড যান যা জ্বালানী খরচ কমায়। ত্বরণ এবং কম গতির ড্রাইভিং চলাকালীন, এই যানবাহনগুলি জ্বালানী খরচ কমাতে সহায়তা করার জন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহার করে। যাইহোক, তাদের ছোট ব্যাটারির ক্ষমতার কারণে, তারা বিশুদ্ধ বৈদ্যুতিক মোডে দীর্ঘ দূরত্ব ভ্রমণ করতে পারে না। উপরন্তু, তাদের দাম বেশি থাকে এবং কিছু সবুজ যানবাহন ইনসেনটিভের জন্য যোগ্য হয় না। রেঞ্জ-বর্ধিত হাইব্রিড যানবাহন বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য একটি ইঞ্জিন এবং প্রপালশনের জন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহার করে। তাদের দীর্ঘ ড্রাইভিং রেঞ্জ, ভাল ত্বরণ কর্মক্ষমতা এবং কম সামগ্রিক জ্বালানী খরচ রয়েছে, যা তাদেরকে ভর্তুকি পাওয়ার যোগ্য করে তুলেছে। যাইহোক, তাদের শক্তি রূপান্তর দক্ষতা কম, ঘন ঘন চার্জ করা প্রয়োজন। অধিকন্তু, উচ্চ-গতির ড্রাইভিংয়ের সময় তাদের পাওয়ার কর্মক্ষমতা প্রভাবিত হতে পারে।

### পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম হলো এমন একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ যা ব্যাটারি থেকে DC পাওয়ারকে ইলেকট্রিক মোটরের জন্য AC পাওয়ারে রূপান্তর করে এবং একই সাথে মোটরের জেনারেটর হিসেবে কাজ করার সময় শক্তি ব্যাটারিতে ফেরত পাঠায়। তাই যদি এই সিস্টেমে সমস্যা হয়, তাহলে গাড়ি ঠিকভাবে চলবে না, ইঞ্জিন বা মোটরের পারফরম্যান্স খারাপ হবে, অথবা ত্রুটি কোড দেখাবে।

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম পরীক্ষা করার সময় সাধারণত নিম্নলিখিত কাজগুলো করা হয়:

### ১. ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন (Visual Inspection)

- ইনভার্টার/কনভার্টার ইউনিটে জং, দাগ, ফাটল, পোড়া অংশ আছে কিনা দেখা
- ইলেকট্রনিক কম্পোনেন্টে ফোলা বা ক্ষতিগ্রস্ত ক্যাপাসিটর আছে কিনা
- ইউনিটের বডি বা বেসে পানি/ডাস্ট/ডেব্রি জমে আছে কিনা
- কুলিং ফ্যান/রেডিয়েটর/কুলিং পাইপ ঠিক আছে কিনা

### ২. কানেকশন ও ওয়্যারিং পরীক্ষা

- ইনভার্টার/কনভার্টারের হাই ভোল্টেজ কেবল ও কানেক্টর ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- কানেক্টরে ধুলো, ক্ষয় বা টিলা সংযোগ আছে কিনা

- ওয়্যারিংয়ের ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত কিনা
- শর্ট সার্কিট বা লুজ কানেকশন আছে কিনা

### ৩. ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা

ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল/সফটওয়্যার ব্যবহার করে:

- ইনভার্টার/পাওয়ার ইলেকট্রনিক্সের ত্রুটি কোড (DTC) চেক করা
- লাইভ ডাটা (Live Data) দেখে ভোল্টেজ, কারেন্ট, তাপমাত্রা ইত্যাদি মাপা
- ইনভার্টার সিস্টেমের অপারেটিং স্ট্যাটাস যাচাই করা

### ৪. ইনভার্টার/কনভার্টার আউটপুট পরীক্ষা

- ব্যাটারি থেকে ইনভার্টারে আসা DC ভোল্টেজ ঠিক আছে কিনা
- ইনভার্টার থেকে মোটরে সরবরাহিত AC ভোল্টেজ সঠিক আছে কিনা
- AC ভোল্টেজের ফ্রিকোয়েন্সি ও ফেজিং ঠিক আছে কিনা
- ইনভার্টার থেকে পাওয়ার আউটপুট স্থির ও সঠিকভাবে যাচ্ছে কিনা

### ৫. কুলিং সিস্টেম পরীক্ষা

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেমের কুলিং ঠিক না থাকলে দ্রুত তাপমাত্রা বাড়ে এবং কম্পোনেন্ট নষ্ট হতে পারে। তাই—

- কুলিং ফ্যান কাজ করছে কিনা
- কুলিং ফ্লুইড/এয়ার ফ্লো ঠিক আছে কিনা
- তাপমাত্রা সেন্সর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা

### ৬. ফলাফল ও করণীয়

- যদি ত্রুটি কোড পাওয়া যায়, তাহলে ত্রুটির উৎস নির্ণয় করে মেরামত বা প্রতিস্থাপন করা
- ভোল্টেজ/কারেন্ট অস্বাভাবিক হলে কেবল/কানেক্টর/ইনভার্টার কম্পোনেন্ট পরীক্ষা করা
- কুলিং সমস্যা থাকলে কুলিং সিস্টেম সার্ভিস করা
- পরীক্ষা শেষে পুনরায় ডায়াগনস্টিক করে নিশ্চিত করা যে সিস্টেম ঠিকভাবে কাজ করছে

পাওয়ার ইলেকট্রনিক্স সিস্টেম পরীক্ষা করা মানে হলো ইনভার্টার/কনভার্টার এবং সংশ্লিষ্ট উপাদানগুলোর কার্যকারিতা নিশ্চিত করা। এটি হাইব্রিড গাড়ির ইলেকট্রিক ড্রাইভ সিস্টেমের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষা, কারণ এর মাধ্যমে গাড়ির চলাচল, শক্তি ব্যবস্থাপনা এবং নিরাপত্তা নির্ধারিত হয়।

### ওয়্যারিং ও বৈদ্যুতিক সংযোগ পরিদর্শন করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির সিস্টেমে অনেক উচ্চ ভোল্টেজ (High Voltage) এবং নিম্ন ভোল্টেজ (Low Voltage) ওয়্যারিং থাকে। এই ওয়্যারিং এবং সংযোগগুলো যদি খারাপ বা ঢিলা হয়, তাহলে গাড়িতে নানা ধরনের সমস্যা হতে পারে—যেমন মোটর কাজ না করা, ব্যাটারি চার্জ না হওয়া, ইনভার্টার ত্রুটি, বা এমনকি শর্ট সার্কিট। তাই ট্রাবলশুটিংয়ের সময় ওয়্যারিং ও বৈদ্যুতিক সংযোগ ভালোভাবে পরীক্ষা করা জরুরি।

### ১. ভিজ্যুয়াল ইনস্পেকশন (Visual Inspection)

- কেবল ইনসুলেশন ফাটা বা ক্ষতিগ্রস্ত আছে কিনা
- কেবল চোরা/কানেক্টর নষ্ট বা জং ধরে আছে কিনা
- কেবলের বাঁক বা চেপে থাকা অংশ আছে কিনা (crushed/over-bent)
- কেবলের রাবার বা প্লাস্টিক ঢিলা/ঝুলে আছে কিনা
- জলের ছিটা বা ময়লা জমে আছে কিনা (বিশেষ করে ইনভার্টার ও ব্যাটারি সংযোগে)

## ২. কানেক্টর ও টার্মিনাল পরীক্ষা

- কানেক্টরগুলো ঠিকভাবে লকড/সঠিকভাবে বসানো আছে কিনা
- টার্মিনালে করোশন/জং আছে কিনা
- টার্মিনালগুলো ঢিলা বা নরম হয়ে গেছে কিনা
- কানেক্টরের পিন/স্লট ক্ষতিগ্রস্ত বা জলে ভেজা কিনা

## ৩. হাই ভোল্টেজ (HV) ও লো ভোল্টেজ (LV) কেবলের চেক

- হাই ভোল্টেজ কেবলের সার্কিট ব্রেকার/ফিউজ ঠিক আছে কিনা
- কেবল সঠিকভাবে রাউটিং ও ক্ল্যাম্পিং করা আছে কিনা
- লো ভোল্টেজ কেবলের ফিউজ, রিলে ও গ্রাউন্ডিং ঠিক আছে কিনা
- কোনো কেবল গরম হয়ে গেছে বা বার্ন মার্ক আছে কিনা

## ৪. রেজিস্ট্যান্স ও কন্টিনিউটি টেস্ট (Resistance & Continuity Test)

- মাল্টিমিটার দিয়ে কেবলের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করা
- কেবলের রেজিস্ট্যান্স (অতিরিক্ত) আছে কিনা চেক করা
- গ্রাউন্ডিং (Earthing) ঠিক আছে কিনা যাচাই করা

## ৫. শর্ট সার্কিট বা ওপেন সার্কিট শনাক্ত করা

- কেবলের মধ্যে শর্ট সার্কিট আছে কিনা (যদি থাকে, তা দ্রুত শনাক্ত করতে হবে)
- কেবলের মধ্যে ওপেন সার্কিট (কাট/বিচ্ছিন্নতা) আছে কিনা
- ইনভার্টার/মোটর/ব্যাটারি সংযোগে প্রতি সেকেন্ডে ভোল্টেজ ড্রপ হচ্ছে কিনা

## ৬. করণীয় (Troubleshooting Action)

- যদি ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত থাকে → কেবল রিপ্লেস বা ইনসুলেশন রিপেয়ার করা
- যদি করোশন থাকে → কানেক্টর ক্লিনিং ও টার্মিনাল রিপ্লেস করা
- যদি ঢিলা সংযোগ থাকে → কানেক্টর টাইট করে লাগানো
- কেবল রাউটিং ভুল থাকলে → সঠিকভাবে রুটিং ও ক্ল্যাম্পিং করা
- সমস্যা থাকলে ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে লাইভ ডাটা দেখে নিশ্চিত করা

হাইব্রিড গাড়ির নিরাপদ ও নির্ভরযোগ্য চলাচলের জন্য ওয়্যারিং ও বৈদ্যুতিক সংযোগের সঠিক অবস্থা বজায় রাখা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। সিস্টেমের ত্রুটি শনাক্ত করতে এবং পুনরায় একই সমস্যা না হওয়ার জন্য এই পরিদর্শন একেবারে অপরিহার্য।

## ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়িতে ট্রান্সমিশন সিস্টেমটি ইঞ্জিন, ইলেকট্রিক মোটর এবং চাকা/গিয়ার বক্সের মধ্যে শক্তি সঠিকভাবে পাঠানোর দায়িত্বে থাকে। তাই ট্রাবলশুটিং করার সময় ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা করা খুব গুরুত্বপূর্ণ, কারণ সমস্যা থাকলে গাড়ি চালনা, গিয়ার পরিবর্তন, শক্তি ট্রান্সফার বা ফুয়েল ইফিসিয়েন্সি সবকিছুতেই প্রভাব পড়ে।

## ১. ভিজুয়াল পরীক্ষা (Visual Inspection)

- ট্রান্সমিশন ফ্লুইড লিক আছে কিনা
- গিয়ার বক্স বা কেসিংয়ে ফাটল, জং, তেল লিক আছে কিনা
- ট্রান্সমিশন সিস্টেমের কেবল/কানেক্টর ঠিক আছে কিনা
- ট্রান্সমিশনের রক্ষণাবেক্ষণ সময়সীমা অনুযায়ী সার্ভিস হয়েছে কিনা

## ২. ফ্লুইড ও তেল পরীক্ষা (Fluid & Oil Check)

- ট্রান্সমিশন ফ্লুইডের লেভেল ঠিক আছে কিনা
- ফ্লুইডের রঙ ও গন্ধ স্বাভাবিক আছে কিনা

- ফ্লুইড খুব গাঢ় বা পোড়া গন্ধযুক্ত হলে ফ্লুইড পরিবর্তন প্রয়োজন

### ৩. গিয়ার শিফটিং ও পারফরম্যান্স পরীক্ষা

- গাড়ি গিয়ার পরিবর্তন করার সময় জোরে বা কাঁকুনি করছে কিনা
- গিয়ার স্লিপ করছে কিনা
- গিয়ার সঠিকভাবে লক হচ্ছে কিনা
- গিয়ার পরিবর্তনের সময় অস্বাভাবিক শব্দ হচ্ছে কিনা

### ৪. ট্রান্সমিশনের হাইব্রিড স্পেসিফিক কম্পোনেন্ট পরীক্ষা

হাইব্রিড গাড়ির ট্রান্সমিশনে সাধারণ গাড়ির তুলনায় কিছু আলাদা অংশ থাকে, যেমন:

- পাওয়ার শিফটিং মেকানিজম
- ইলেকট্রিক ড্রাইভ শিফট সিস্টেম
- ক্লাচ/টর্ক কনভার্টার (যদি থাকে)
- হাইব্রিড ট্রান্সমিশন কন্ট্রোল মডিউল

এই অংশগুলো ঠিকভাবে কাজ করছে কিনা পরীক্ষা করা হয়।

### ৫. ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা

ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল/সফটওয়্যার ব্যবহার করে:

- ট্রান্সমিশন সম্পর্কিত ত্রুটি কোড (DTC) চেক করা
- গিয়ার শিফটিং ডাটা, তেল তাপমাত্রা, কনট্রোল সিগন্যাল ইত্যাদি দেখা
- লাইভ ডাটা থেকে ট্রান্সমিশন কাজের অবস্থান যাচাই করা

### ৬. ট্রান্সমিশন ও ইঞ্জিন/মোটর সমন্বয় পরীক্ষা

হাইব্রিড গাড়িতে ট্রান্সমিশন ইঞ্জিন ও মোটরের সাথে সমন্বয়ে কাজ করে। তাই:

- ইঞ্জিন ও মোটরের শক্তি ট্রান্সফার সঠিকভাবে হচ্ছে কিনা
- ইঞ্জিন থেকে পাওয়ার শিফটিং ঠিকভাবে ট্রান্সমিশনে যাচ্ছে কিনা
- মোটরের টর্ক সঠিকভাবে গিয়ারে পৌঁছাচ্ছে কিনা
- হাইব্রিড মোড/ইলেকট্রিক মোডে ট্রান্সমিশন সিস্টেম সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা

### ৭. সমস্যা থাকলে করণীয়

- ফ্লুইড লিক হলে লিক সিল/গ্যাসকেট/সিল রিপ্লেস করা
- ফ্লুইড খারাপ হলে ফ্লুইড পরিবর্তন করা
- গিয়ার শিফটিং সমস্যা হলে কন্ট্রোল মডিউল/সেন্সর/ক্লাচ পরীক্ষা ও রিপেয়ার
- ডায়াগনস্টিক কোড থাকলে ত্রুটি কোড অনুযায়ী মেরামত করা

ট্রান্সমিশন সিস্টেম পরীক্ষা করা মানে হলো গাড়ির শক্তি সঠিকভাবে চাকা পর্যন্ত পৌঁছাচ্ছে কিনা নিশ্চিত করা। হাইব্রিড গাড়িতে এটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কারণ ট্রান্সমিশন ইঞ্জিন ও ইলেকট্রিক মোটরের মধ্যে শক্তি সমন্বয় করে। তাই সমস্যা শনাক্ত করতে ট্রান্সমিশন সিস্টেমের সম্পূর্ণ পরীক্ষা অপরিহার্য।

### রিজেনারেটিভ ব্রেকিং (Regenerative Braking) কার্যকারিতা পরীক্ষা করা:

হাইব্রিড গাড়িতে রিজেনারেটিভ ব্রেকিং হলো এমন একটি প্রযুক্তি যার মাধ্যমে ব্রেকিং করার সময় গাড়ির গতিশক্তি (kinetic energy) ব্যাটারিতে পুনরায় চার্জ হিসেবে ফিরিয়ে দেওয়া হয়। এটি গাড়ির এনার্জি সেভিং এবং ফুয়েল ইকোনমি উন্নত করতে সহায়তা করে।

তাই ট্রাবলশুটিংয়ের সময় এই সিস্টেমের কার্যকারিতা পরীক্ষা করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। কারণ রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সঠিকভাবে কাজ না করলে-

- ব্যাটারি চার্জ কমে যেতে পারে
- ব্রেকিং পারফরম্যান্স কমে যেতে পারে
- গাড়ি বেশি ফ্যুয়েল খরচ করতে পারে
- সিস্টেম ত্রুটি কোড দেখাতে পারে

## ১. সিস্টেমের কাজের ধারণা (System Understanding)

রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম সাধারণত নিচের অংশগুলো দিয়ে কাজ করে:

- ইলেকট্রিক মোটর/জেনারেটর (মোটর ব্রেকিং মোডে জেনারেটরে রূপান্তরিত হয়)
- ইনভার্টার/কনভার্টার (DC/AC রূপান্তর করে)
- ব্যাটারি প্যাক (চার্জ গ্রহণ করে)
- ব্রেকিং কন্ট্রোল ইউনিট (ব্রেকিং সিগন্যাল নিয়ন্ত্রণ করে)

## ২. ভিজুয়াল ও ফাংশনাল পরীক্ষা (Visual & Functional Test)

- ব্রেক প্যাড/ডিস্ক ঠিক আছে কিনা দেখা
- রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সংক্রান্ত কেবল ও সংযোগ ঠিক আছে কিনা
- ব্রেকিং সময় গাড়ি সঠিকভাবে স্লোডাউন করছে কিনা
- ব্রেকিং করার সময় ব্যাটারি SOC বৃদ্ধি হচ্ছে কিনা (ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে দেখা যায়)

## ৩. ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা

ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল/সফটওয়্যার ব্যবহার করে:

- রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সম্পর্কিত ত্রুটি কোড (DTC) চেক করা
- ব্রেকিং করার সময় রিজেনারেটিভ টর্ক/পাওয়ার কতটা তৈরি হচ্ছে তা দেখা
- ব্রেকিং মোড অনুযায়ী ইলেকট্রিক মোটর/জেনারেটরের রেসপন্স যাচাই করা
- ব্যাটারি চার্জ ইনপুট রেকর্ড করা

## ৪. সিস্টেমের সেফটি ও কন্ডিশন চেক

রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেমের নিরাপত্তা নিশ্চিত করতে:

- Brake booster, ABS sensor, wheel speed sensor ঠিক আছে কিনা
- হাই ভোল্টেজ সেফটি কভার/লেবেল ঠিক আছে কিনা
- ব্যাটারির তাপমাত্রা সঠিক আছে কিনা (যদি অতিরিক্ত গরম হয়, সিস্টেম বন্ধ হতে পারে)

## ৫. সমস্যা থাকলে করণীয় (Troubleshooting Actions)

- যদি ব্রেকিং সময় ব্যাটারি চার্জ না বাড়ে → ইনভার্টার/মোটর/ব্যাটারি পরীক্ষা
- যদি ত্রুটি কোড থাকে → DTC অনুযায়ী মেরামত
- ABS/Brake sensor ত্রুটি থাকলে → সেন্সর পরিবর্তন বা রিস্টোর
- কেবল/কানেক্টর খারাপ হলে → ক্লিনিং/রিপ্লেস করা
- ব্রেকিং পারফরম্যান্স কম হলে → ফ্লুইড লেভেল, প্যাড/ডিস্ক পরীক্ষা

## হাইব্রিড সিস্টেম কন্ট্রোল মডিউলগুলো পরীক্ষা করাঃ

হাইব্রিড গাড়ির বিভিন্ন অংশ (যেমন ইঞ্জিন, ইলেকট্রিক মোটর, ব্যাটারি, ইনভার্টার, ট্রান্সমিশন ইত্যাদি) কন্ট্রোল মডিউল বা ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল ইউনিট (ECU) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়। এই মডিউলগুলো সিস্টেমের পারফরম্যান্স, নিরাপত্তা ও শক্তি ব্যবস্থাপনা ঠিক রাখে। তাই কোনো সমস্যা হলে প্রথমেই কন্ট্রোল মডিউলগুলো পরীক্ষা করা হয়, কারণ অনেক সময় সমস্যা শুধু যন্ত্রাংশের নয়—কন্ট্রোল মডিউল ত্রুটির কারণে হতে পারে।

## ১. কন্ট্রোল মডিউল কী কাজ করে?

কন্ট্রোল মডিউলগুলো বিভিন্ন কাজ করে, যেমন-

- ইঞ্জিন ও মোটরের শক্তি সমন্বয়
- ব্যাটারি চার্জ/ডিসচার্জ নিয়ন্ত্রণ
- ইনভার্টার/কনভার্টার নিয়ন্ত্রণ
- ব্রেকিং সিস্টেমের সাথে রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সমন্বয়
- ডায়াগনস্টিক ও ত্রুটি কোড সিস্টেম
- নিরাপত্তা ফাংশন (High voltage safety, shutdown protocols)

## ২. কন্ট্রোল মডিউল পরীক্ষা করার ধাপসমূহ

(ক) ভিজুয়াল পরীক্ষা

- কন্ট্রোল মডিউল বাহিরে জং, পানি, ধুলো বা ক্ষতি আছে কিনা
- কানেক্টর/ক্যাবল ঠিকভাবে সংযুক্ত আছে কিনা
- কন্ট্রোল মডিউল হিটিং বা পোড়া দাগ আছে কিনা

(খ) ডায়াগনস্টিক টুল দিয়ে পরীক্ষা

ডায়াগনস্টিক স্ক্যান টুল/সফটওয়্যার ব্যবহার করে:

- কন্ট্রোল মডিউল থেকে ত্রুটি কোড (DTC) রিড করা
- লাইভ ডাটা (Live Data) চেক করা
- কন্ট্রোল মডিউলের ফার্মওয়্যার/সফটওয়্যার আপডেট আছে কিনা দেখা
- কন্ট্রোল মডিউল ঠিকভাবে কমিউনিকেশন করছে কিনা (CAN bus, LIN bus ইত্যাদি)

(গ) ফাংশনাল পরীক্ষা

- কন্ট্রোল মডিউল দ্বারা পরিচালিত সেন্সর/অ্যাকচুয়েটর সঠিকভাবে কাজ করছে কিনা
- কন্ট্রোল মডিউল সিগন্যাল ঠিকভাবে পাঠাচ্ছে কিনা
- কন্ট্রোল মডিউল থেকে পাওয়ার/গ্রাউন্ড সাপ্লাই ঠিক আছে কিনা

## ৩. সাধারণ কন্ট্রোল মডিউলগুলো (Hybrid Specific)

হাইব্রিড গাড়িতে সাধারণত নিম্নলিখিত কন্ট্রোল মডিউলগুলো থাকে—

- Hybrid Control Module (HCM)
- Battery Management System (BMS)
- Inverter Control Module
- Engine Control Module (ECM)
- Transmission Control Module (TCM)
- ABS/Brake Control Module

প্রতিটি মডিউল আলাদা আলাদা কাজ করে এবং একসাথে সমন্বয় করে গাড়ি চলাচল করে।

## ৪. সমস্যা থাকলে করণীয়

- যদি DTC পাওয়া যায় → কোড অনুযায়ী ট্রাবলশুটিং করা
- কন্ট্রোল মডিউল কমিউনিকেশন সমস্যা হলে → কানেক্টর/ওয়্যারিং/বাস পরীক্ষা
- কন্ট্রোল মডিউল সফটওয়্যার আপডেট না থাকলে → আপডেট করা
- কন্ট্রোল মডিউল নিজেই খারাপ হলে → রিপ্লেস বা রিফারবিশ করা
- পরীক্ষা শেষে সিস্টেম রিসেট/রিস্টোর করে নিশ্চিত করা যে সমস্যা সমাধান হয়েছে

হাইব্রিড সিস্টেমের কন্ট্রোল মডিউলগুলো হলো গাড়ির “মস্তিষ্ক”। তাই ট্রাবলশুটিংয়ের সময় এই মডিউলগুলো পরীক্ষা করা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। সঠিকভাবে পরীক্ষা করলে সিস্টেমের সমস্যা দ্রুত শনাক্ত করা যায় এবং নিরাপদভাবে গাড়ি চালানো যায়।

## সেলফ চেক (Self Check)-৭.৫

### বহুনির্বাচনী প্রশ্নঃ

- হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারির অবস্থা পরীক্ষা করতে কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয়?  
ক) মাল্টিমিটার খ) ভ্যাকুয়াম গেজ গ) ট্যাচোমিটার ঘ) প্রেশার গেজ
- হাইব্রিড সিস্টেমে "DC-DC কনভার্টার" এর কাজ কী?  
ক) AC কে DC তে রূপান্তর করা খ) তেল পাম্প চালানো গ) গতি নিয়ন্ত্রণ করা ঘ) ফ্যান চালানো
- হাইব্রিড সিস্টেমে যদি ব্যাটারি ওভারচার্জ হয়, তাহলে কী হতে পারে?  
ক) মোটর গতি কমে খ) ইঞ্জিন বন্ধ হয় গ) ব্যাটারি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে ঘ) ECU বন্ধ হয়ে যায়
- হাইব্রিড সিস্টেমে কোন উপাদান শক্তি পুনরুদ্ধার করে?  
ক) ট্রান্সমিশন খ) রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম গ) ক্লাচ ঘ) ইনজেকশন সিস্টেম
- হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম না চললে কী হবে?  
ক) ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হবে খ) ব্যাটারি চার্জ হবে না গ) ইঞ্জিন বন্ধ হবে ঘ) গাড়ি থেমে যাবে

### শূন্যস্থান পূরণঃ

- হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারি সাধারণত \_\_\_\_\_ দ্বারা ঠান্ডা করা হয়।
- হাইব্রিড সিস্টেমের ইনভার্টার ত্রুটিপূর্ণ হলে \_\_\_\_\_ কাজ করবে না।
- হাইব্রিড গাড়িতে ইঞ্জিন ও মোটরের মধ্যে \_\_\_\_\_ যুক্ত থাকে।
- ব্যাটারির সঠিক ভোল্টেজ না থাকলে গাড়ি \_\_\_\_\_ মোডে যেতে পারে।
- হাইব্রিড সিস্টেম পরীক্ষা করার আগে \_\_\_\_\_ সতর্কতা নেওয়া জরুরি।

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- রিজেনারেটিভ ব্রেকিং এ কীভাবে চার্জ হয়?
- হাইব্রিড ব্যাটারি পরীক্ষা করার সময় কী সাবধানতা নেওয়া উচিত?
- লিম্প মোড কী?
- হাইব্রিড গাড়ির শক্তি বন্টন কে নিয়ন্ত্রণ করে?
- হাইব্রিড সিস্টেমে কোন ধরনের শক্তি ব্যবহার হয়?

## উত্তরপত্র (Answer Key)-৭.৫

### বহুনির্বাচনী প্রশ্নঃ

- হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারির অবস্থা পরীক্ষা করতে কোন যন্ত্র ব্যবহার করা হয়?  
ক) মাল্টিমিটার খ) ভ্যাকুয়াম গেজ গ) ট্যাচোমিটার ঘ) প্রেশার গেজ  
উত্তর ক) মাল্টিমিটার
- হাইব্রিড সিস্টেমে "DC-DC কনভার্টার" এর কাজ কী?  
ক) AC কে DC তে রূপান্তর করা খ) তেল পাম্প চালানো গ) গতি নিয়ন্ত্রণ করা ঘ) ফ্যান চালানো  
উত্তর ক) AC কে DC তে রূপান্তর করা
- হাইব্রিড সিস্টেমে যদি ব্যাটারি ওভারচার্জ হয়, তাহলে কী হতে পারে?  
ক) মোটর গতি কমে খ) ইঞ্জিন বন্ধ হয় গ) ব্যাটারি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে ঘ) ECU বন্ধ হয়ে যায়  
উত্তর গ) ব্যাটারি ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে

- ৪ হাইব্রিড সিস্টেমে কোন উপাদান শক্তি পুনরুদ্ধার করে?  
ক) ট্রান্সমিশন খ) রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম গ) ক্লাচ ঘ) ইনজেকশন সিস্টেম  
উওর খ) রিজেনারেটিভ ব্রেকিং সিস্টেম
- ৫ হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারি কুলিং সিস্টেম না চললে কী হবে?  
ক) ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হবে খ) ব্যাটারি চার্জ হবে না গ) ইঞ্জিন বন্ধ হবে ঘ) গাড়ি থেমে যাবে  
উওর ক) ব্যাটারি অতিরিক্ত গরম হবে

#### শূন্যস্থান পূরণঃ

- ১ হাইব্রিড সিস্টেমে ব্যাটারি সাধারণত \_\_\_\_\_ দ্বারা ঠান্ডা করা হয়।  
উওর: ফ্যান
- ২ হাইব্রিড সিস্টেমের ইনভার্টার ত্রুটিপূর্ণ হলে \_\_\_\_\_ কাজ করবে না।  
উওর: মোটর
- ৩ হাইব্রিড গাড়িতে ইঞ্জিন ও মোটরের মধ্যে \_\_\_\_\_ যুক্ত থাকে।  
উওর: ক্লাচ বা কাপলিং
- ৪ ব্যাটারির সঠিক ভোল্টেজ না থাকলে গাড়ি \_\_\_\_\_ মোডে যেতে পারে।  
উওর: লিম্প
- ৫ হাইব্রিড সিস্টেম পরীক্ষা করার আগে \_\_\_\_\_ সতর্কতা নেওয়া জরুরি।  
উওর: উচ্চ ভোল্টেজ নিরাপত্তা

#### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নঃ

- ১ প্রশ্ন: রিজেনারেটিভ ব্রেকিং এ কীভাবে চার্জ হয়?  
উত্তর: চাকার গতিজ শক্তি মোটরে ফিরে আসে এবং তা বিদ্যুতে রূপান্তরিত হয়।
- ২ প্রশ্ন: হাইব্রিড ব্যাটারি পরীক্ষা করার সময় কী সাবধানতা নেওয়া উচিত?  
উত্তর: ইনসুলেটেড গ্লাভস পরা এবং হাই ভোল্টেজ ডিসকানেক্ট করা।
- ৩ প্রশ্ন: লিম্প মোড কী?  
উত্তর: ত্রুটি হলে গাড়ি সীমিত গতিতে চালানোর সুরক্ষা মোড।
- ৪ প্রশ্ন: হাইব্রিড গাড়ির শক্তি বন্টন কে নিয়ন্ত্রণ করে?  
উত্তর: পাওয়ার কন্ট্রোল ইউনিট (PCU)।
- ৫ প্রশ্ন: হাইব্রিড সিস্টেমে কোন ধরনের শক্তি ব্যবহার হয়?  
উত্তর: যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক - দুই ধরনের শক্তি।

## জবশীট (Job Sheet)-৭.৫.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের সমস্যা সমাধান করা।

### কাজের ধাপসমূহ:

১. যানবাহনের ব্যাটারি সিস্টেমের ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ করা।
২. OBD-II স্ক্যানার দ্বারা ত্রুটি কোড (DTC) পড়া।
৩. হাইব্রিড ব্যাটারির প্রতিটি সেল বা মডিউলের ভোল্টেজ পরীক্ষা করা।
৪. ইনভার্টার ও কন্ট্রোল ইউনিটের কানেকশন পরীক্ষা করা।
৫. কুলিং সিস্টেমে কুল্যান্ট প্রবাহ ঠিক আছে কি না তা পরীক্ষা করা।
৬. মোটর ও জেনারেটরের সংযোগে কোনো শর্ট বা ওপেন সার্কিট আছে কিনা পরীক্ষা করা।
৭. প্রয়োজন হলে ত্রুটিযুক্ত মডিউল প্রতিস্থাপন করা।
৮. পুনরায় সিস্টেম টেস্ট চালিয়ে পারফরমেন্স যাচাই করা।

### সতর্কতা:

- হাই-ভোল্টেজ অংশে কাজ করার আগে ব্যাটারি আইসোলেশন সুইচ অফ করুন।
- ইনসুলেটেড গ্লাভস ও বুট ব্যবহার করুন।
- সিস্টেম চালু অবস্থায় ইনভার্টার স্পর্শ করবেন না।
- শুধুমাত্র অনুমোদিত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করুন।
- কাজ শেষে সকল সংযোগ ঠিকভাবে পুনঃস্থাপন করুন।

## স্পেসিফিকেশন শীট (Specification Sheet)-৭.৫.১

জবের নাম: হাইব্রিড সিস্টেমের সমস্যা সমাধান করা।

### প্রয়োজনীয় পিপিই:

- হেলমেট
- এপ্রোন
- মাস্ক
- হ্যান্ড গ্লাভস
- সেফটি গগলস
- সেফটি সু

### প্রয়োজনীয় টুলস ও ইকুপমেন্টস:

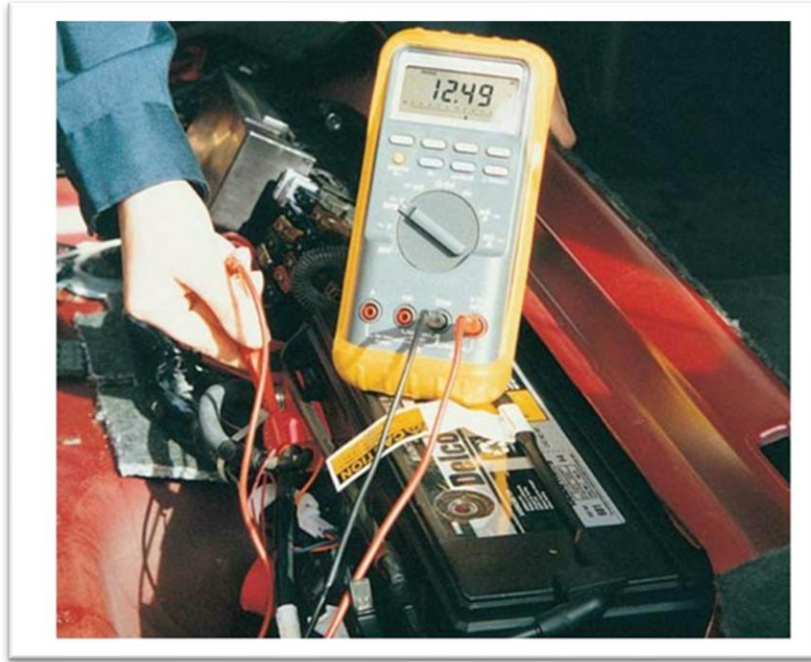
- ডিজিটাল ভোল্টমিটার স্ক্রু-ডাইভার
- হাইব্রিড কন্ট্রোল ইউনিট (HCU) ডায়াগনস্টিক সফটওয়্যার

- স্ক্যান টুল (Hybrid Diagnostic Scanner)
- মাল্টিমিটার
- Battery Analyzer

**প্রয়োজনীয় ম্যাটেরিয়ালস:**

- ফিউজ
- সংযোগকারী ক্লিপ
- কাপড় / বর্জ্য কটন
- ডাইইলেক্ট্রিক গ্রীজ কুল্যান্ট

**ডায়াগ্রাম:**



**চিত্রঃ** ডিজিটাল ভোল্টমিটার একটি ব্যাটারির সাধারণ চার্জ পরীক্ষা করবে। একটি ছোট লোডের অধীনে, ১২.৫ ভোল্টের নিচে ভোল্টেজ সাধারণত ব্যাটারি ডিসচার্জ নির্দেশ করে। এই ব্যাটারি ১২.৪৯ ভোল্ট দেখায়, যা ৫-অ্যাম্পিয়ার লোডের সাথে সম্পূর্ণ চার্জের প্রায় ১০০%।