

## Лекция №1.

### Основы технической диагностики. Введение.

Для повышения эффективности ТО и ремонта автомобилей нужна индивидуальная информация об их техническом состоянии до и после обслуживания или ремонта. Это информация о сокрытии неисправности и возможные отказы позволяет предупредить преждевременный или запоздалый ремонт и профилактику, а также проконтролировать качество выполненных работ. Средством получения такой информации является техническая диагностика автомобилей.

Технической диагностикой называют отрасль знаний, изучающая признаки неисправностей автомобиля, методы, средства и алгоритмы определения его технического состояния без разборки, а также технологию и организацию использования систем диагностирования в процессах технической эксплуатации подвижного состава.

Диагностированием называют процесс определения технического состояния объекта без его разборки, по внешним признакам путем измерения величин, характеризующих его состояние, и сравнение их с нормативами.

Диагностирование обеспечивает систему ТО и ремонта автомобилей индивидуальной информации о техническом состоянии и поэтому является элементом этой системы. Диагностирование автомобиля, агрегата, механизма осуществляют согласно алгоритму (совокупности последовательных действий). Комплекс в составе объекта, средств и алгоритма, составляет систему диагностирования.

Различают три типа задач диагностирования:

1. Задача для определения технического состояния объекта на момент времени - задача диагноза (в переводе с греческого - распознавание, определение):
2. Задача для предсказания состояния, в котором будет находиться объект в какой-то будущий момент - задача прогноза (в переводе с греческого - предвидение):
3. Задача для определения состояния, в котором находился объект в определенный момент времени в прошлом - задача генезиса (в переводе с греческого - происхождение, возникновение).

Задача первого типа относится к технической диагностике, второго - к технической прогностике (прогнозирование), а третьего - к технической генетике.

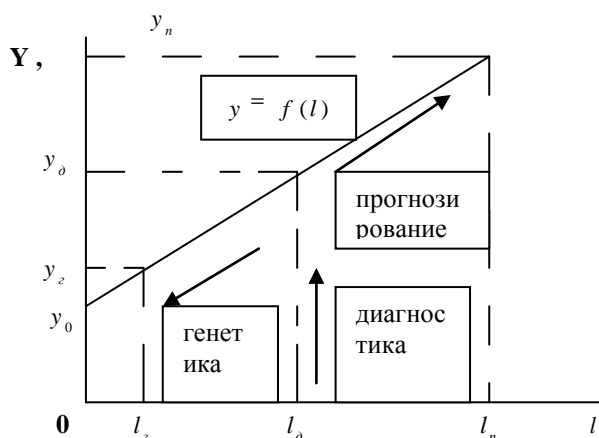
Техническое прогнозирование позволяет определить срок службы, назначить периодичность ТО и ремонтов.

Техническая генетика позволяет определить состояние объекта в прошлом, например, в связи с расследованием аварий и их причин.

Практически задачи прогнозирования и генетики решают с помощью технической диагностики с учетом известных законов изменения

параметров технического состояния объекта в функции пробега путем елтраполяции и интерполяции.

Рассмотрим схему определения технического состояния объекта.



Согласно ГОСТ 25044-81 техническая диагностика проводится при введении оборудования в эксплуатацию, техническом обслуживании и ремонте.

Задачи диагностики:

1. Проверка исправности и работоспособности автомобиля в целом или его составных частей с установленной вероятностью;
2. Поиск дефектов, нарушивших исправность или работоспособность автомобиля;
3. Сбор исходных данных для прогнозирования остаточного ресурса или вероятности безотказной работы автомобиля в межконтрольный период.

### **Автомобиль как объект диагностирования.**

Автомобиль (агрегат, механизм) представляет собой упорядоченную структуру элементов, которые взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Это взаимодействие может быть измерена физическими величинами (линейными, электрическими и т.д.), называются структурными параметрами или параметрами технического состояния.

В процессе эксплуатации эти параметры меняются, и состояние автомобиля определяется совокупностью отклонений структурных параметров от номинальных значений.

Автомобиль как объект диагностирования физически характеризуется востребованности (частотой и объемом) получение информации о его техническом состоянии и возможностью (приспособленностью к диагностированию) снятия этой информации.

Необходимость диагностирования определяется законами распределения отказов механизмов автомобиля, законами изменения его технического состояния, а также расходами на ТО и ремонт.

Приспособленность к диагностированию определяется контролепригодностью автомобиля и оценивается трудоёмкостью и стоимостью диагностических работ.

### **Контролепригодность автомобиля.**

Под термином «контролепригодность» понимают приспособленность автомобиля к диагностическим работам, которые обеспечивают в заданных условиях необходимую достоверную информацию при минимальных затратах труда, времени и средств.

Контролепригодность (КП) является составной частью эксплуатационной технологичности автомобиля и характеризуется основными и дополнительными показателями.

Основными показателями КП является норматив контролепригодности  $N$  и коэффициент контролепригодности  $K$  автомобиля.

Норматив контролепригодности комплексно определяет это свойство автомобиля и связан с надёжностью, условиями эксплуатации и системой диагностики подвижного состава. Этот норматив вносят с техническим заданием на проектирование автомобиля и рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{T_o + T_d}{L_n Q}, \frac{\text{чел} \cdot \text{час}}{\text{тыс.т} \cdot \text{км}};$$

где:

$T_o$  - основная трудоёмкость контрольнодиагностических работ, связанных с измерением параметров и постановкой диагноза, чел. час;

$T_d$  - дополнительная трудоёмкость, обусловлена обеспечением доступа к местам контроля, подключением и отключением датчиков, выходы на тестовые режимы, чел. час;

$L_n$  - пробег автомобиля, км;

$Q$  - грузоподъёмность автомобиля, т.

Коэффициент контролепригодности локально характеризует приспособленность конструкции автомобиля к диагностированию. Он позволяет суммарно определить уровень конструкторских решений в области КП как в ходе проектирования, так и в ходе испытаниям. Коэффициент контролепригодности выражается отношением:

$$K = \frac{T_o}{T_o + T_d};$$

Дополнительные показатели дифференциально оценивают контролепригодность автомобиля и качественно и количественно. Это доступность диагностики, легкость подключения устройств, возможность диагностирования без разрыва электрических цепей, удобство работ, обеспеченность контроля встроенными датчиками, безошибочность подключения, унификация контрольных точек, централизация контроля, санитарно-гигиенические показатели, компоновка автомобиля.

Дополнительные показатели контролепригодности также определяют по трудоёмкости операций и их повторяемостью или количественным сравнением (например, сравнивая количество точек), или экспертно на основе анализа выполненных ранее аналогичных конструкций.

Нормативы контролепригодности могут задавать на стадии проектирования автомобиля, исходя из уже достигнутого минимума трудоёмкости диагностических операций  $T_0$  и  $T_d$  в области мирового автомобилестроения.

Для повышения контролепригодности автомобилей на их агрегатах и механизмах устанавливают встроенные датчики для централизованного получения информации, индикаторы неисправностей и даже мини ПК для обработки информации.

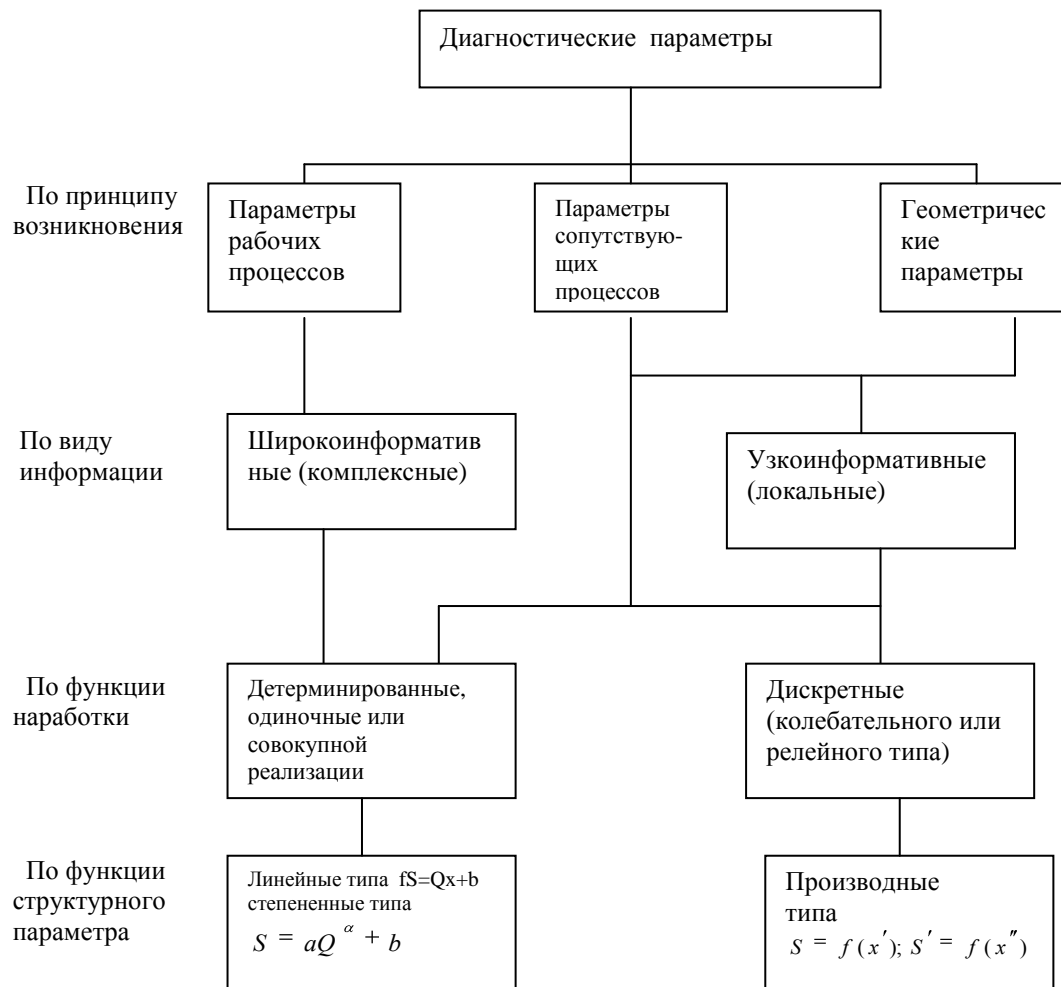
## **Лекция №2.**

### **Диагностические параметры.**

В процессе эксплуатации автомобиля непосредственного измерения структурных параметров (изнашиваемых, зазоров) основных сопряжений механизмов объекта диагностирования без их разборки довольно ограничена. Поэтому при определении технического состояния механизмов и автомобиля в целом пользуются диагностическими параметрами - посредственными величинами, связанные со структурными параметрами и несут недостаточную информацию о техническом состоянии объекта.

Диагностическими параметрами могут быть: параметры рабочих процессов (мощность, тормозной путь, расход топлива и др.); параметры сопутствующих процессов (вибрации, шумы и др.); геометрические величины (зазоры, люфты, свободные ходы, биение и др.).

Эффективность двигателя можно оценить по мощности и темпе ее нарастания, тормоза - по тормозному пути и замедлению автомобиля. Техническое состояние КШМ и ТРМ двигателя можно определить по компрессии, стукам, давлению и угару масла, агрегатов трансмиссии - по люфтам, шумам, нагреву и т.д.

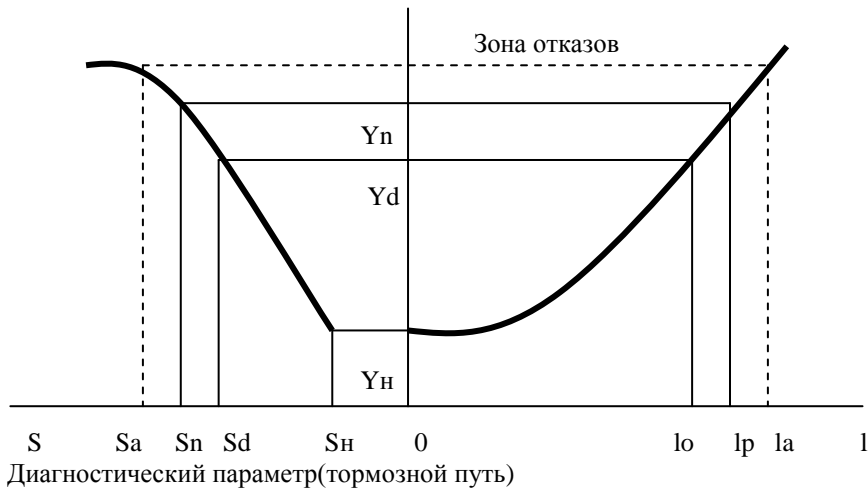


Параметры рабочих процессов определяют основные функциональные свойства объекта (например, мощность двигателя, тормозной путь, пробуксовка и др.) и предоставляют обобщенную широкую информацию о состоянии объекта в целом. Эта информация является фундаментом для дальнейшей поэлементной диагностики.

Параметры сопутствующих процессов (например, нагрев, шумы, вибрации и др.) Оказывают более узкую информацию о техническом состоянии объекта диагностирования. Они достаточно универсальны и широко применяются для поэлементной диагностики сложных систем.

Геометрические параметры определяют отдельные элементарные связи между деталями механизма (например, зазоры, люфт, биения и др.) И предоставляют ограниченную, но конкретную информацию о состоянии объекта.

Закономерности изменения диагностических параметров обусловлены изменениями соответствующих структурных параметров объект. Аналогично структурным диагностические параметры имеют начальные (или номинальные) величины, соответствующие справочному состоянию объекта, предельные, отвечающие переходу объекта в класс неисправных и предупреждая или допустимые значения при заданной периодичности диагностирования.



**Схема изменения структурного и диагностического параметров**

$Y_n, Y_d, Y_H$  – начальное (номинальное), допустимое и граничное значения структурного параметра (например, зазора между накладкой и барабаном).

$S_n, S_d, S_H$  – начальное, допустимое и граничное значения диагностического параметра (например, тормозного пути).

$l_o$  – оптимальный пробег до регулировки.

$l_p$  – ресурс.

$l_a$  – аварийный пробег.

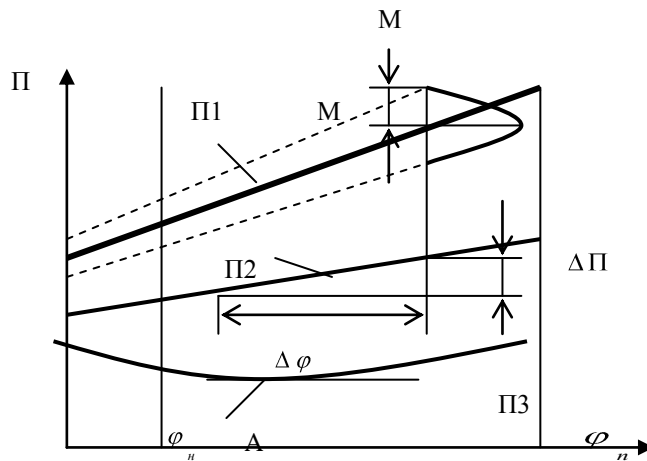
Для обеспечения нужной достоверности и экономичности диагностирования диагностические параметры должны быть чувствительными, однозначными, стабильными и информативными.

**Схема характеристик диагностических параметров.**

На рисунке -  $M$  - математическое ожидание, характеризующий стабильность параметра П1,

$\frac{\Delta \Pi}{\Delta \varphi}$  - чувствительность параметра П2.

$A$  - экстремум, характеризующий неоднозначность параметра П3 в диапазоне (от начального до предельного значения структурного параметра).



Чувствительность  $K_{\varphi}$  - это отношение прироста диагностического параметра  $d\Pi$  к соответствующей длине структурного параметра  $d\varphi$ :

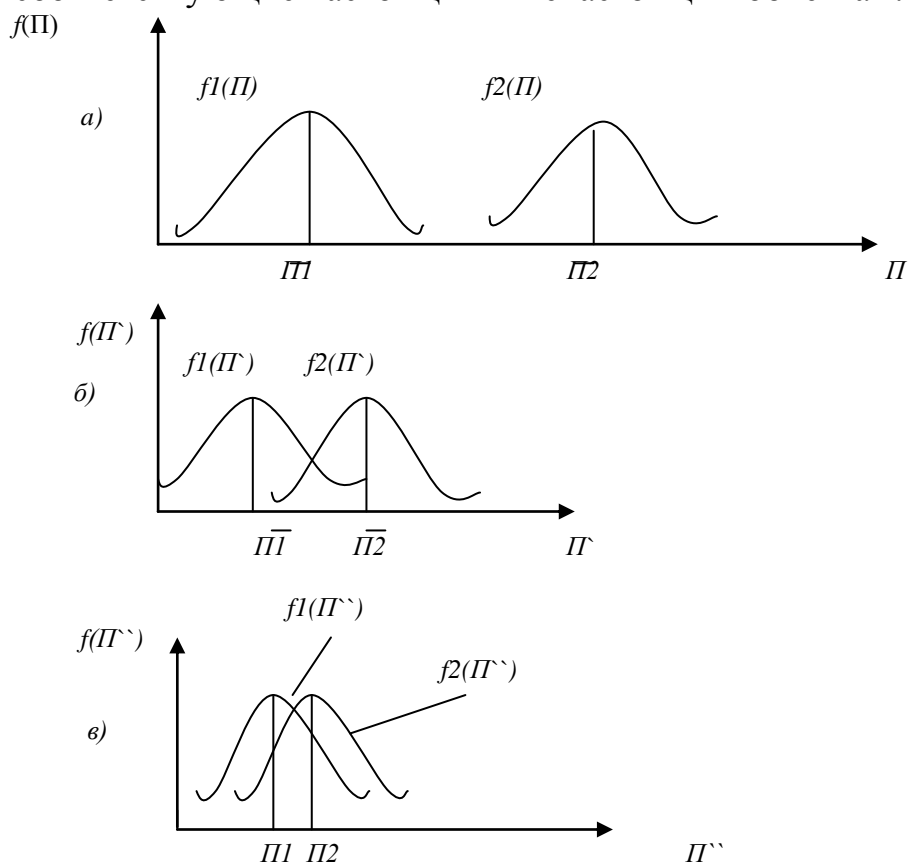
Однозначность диагностического параметра означает отсутствие экстремума ( $d\Pi / dU \neq 0$ ) в диапазоне от начального  $U_n$  до предельного  $U_n$  значений параметра технического состояния.

Стабильность диагностического параметра определяется вариацией его значений при многократном измерении на различных объектах при одинаковых величинах соответствующего структурного параметра. Стабильность оценивают с помощью среднеквадратичного отклонения:

Нестабильность диагностического параметра ухудшает его фактическую чувствительность. Поэтому для оценки точности связи диагностического параметра со структурным используют допущения:

Информативность является одним из важнейших свойств диагностического параметра. Она характеризует достоверность диагноза, поставленного в результате измерения значения параметра.

При общем диагностировании, когда оценивают исправность объекта в целом, информативность определяют в результате совместного анализа целостности распределения значений параметра  $f1(\Pi)$  и  $f2(\Pi)$ , соответствующие настоящим и ненастоящим объектам.



Для количественной оценки информативности можно рассчитать площадь перекрытия функций  $f1$  и  $f2$ , то есть вероятность ошибки диагноза. Чем больше отличаются средние значения параметра  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  для исправного и неисправного состояния объекта и чем меньше рассеяние

значений параметра для каждого состояния, тем больше информативность параметра.

Показатель информативности параметра рассчитывают по формуле:

Чем ниже информативность диагностического параметра, тем больше неопределенность технического состояния объекта диагностирования.

Диагностические нормативы.

Для определения технического состояния автомобиля необходимо текущих значений диагностических параметров, измеренные в результате диагностирования, сравнить с нормативными значениями - диагностическими нормативами.

Диагностические нормативы - это количественная оценка технического состояния объекта диагностирования. Различают начальный  $\Pi_n$ , предельный  $\Pi_p$  и допустимый  $\Pi_d$  нормативы.

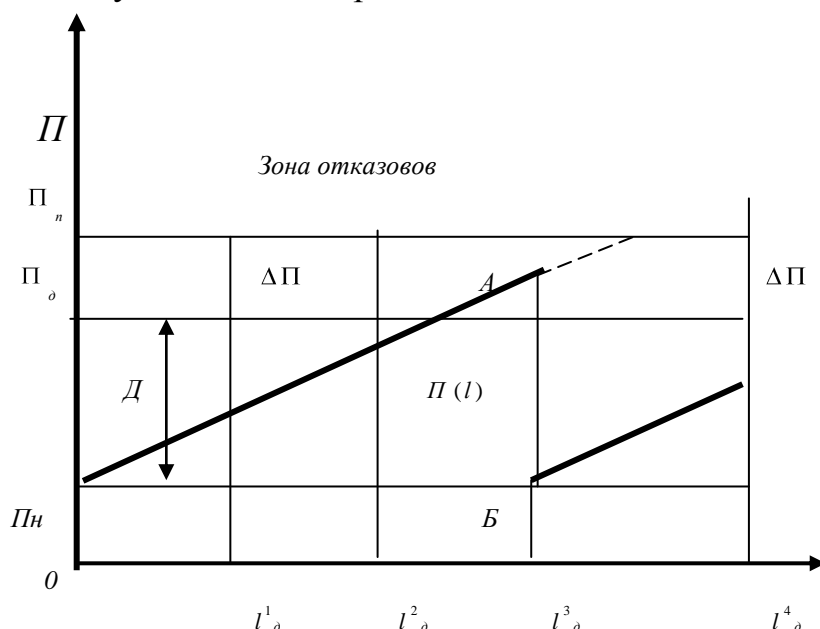


Схема определения диагностических нормативов при линейной реализации параметра  $\Pi$  в зависимости от наработки  $l$ .

- где  $D$  - допустимое отклонение параметра;
- $АВ$  - профилактическое восстановление объекта;
- $l_d$  - периодичность планового диагностирования;
- $\Delta\Pi$  - прирост параметра за межконтрольный пробег.

Начальный норматив  $\Pi_n$  - соответствует величине диагностического параметра новых, технически исправных объектов. Он задается технической документацией и в эксплуатации используется как величина, до которой доводят диагностические параметры в процессе регулирования или ремонта объекта.

Предельный норматив  $\Pi_p$  - отвечает такому положению, объекта при котором его дальнейшая эксплуатация становится невозможной или нецелесообразной по технико-экономическим соображениям. Он устанавливается в соответствии с ГОСТом, технической документацией или



определяется по специальным методикам. В эксплуатации предельный норматив  $\Pi_{п}$  используют для прогнозирования ресурса конкретных объектов и в случае встроенного, непрерывного диагностирования.

Допустимый норматив  $\Pi_{д}$  - является основным диагностическим нормативом при периодичной диагностике, проводимой в рамках планово-предупредительной системы ТО автомобиля.

На основе допустимого норматива определяют техническое состояние объекта и принимают решение о необходимости профилактических ремонтов или регулировок. В эксплуатации допустимый норматив принимают как границу неисправных состояний объекта для заданной периодичности его межконтрольного пробега.

### Лекция №3.

#### Методы определения оптимального значения допустимого диагностического параметра.

В случае, когда значение начального норматива  $C$  задано технической документацией, определение допустимого норматива  $\Pi_{д}$  сводится к установлению допустимого отклонения  $D$ . Его можно определить двумя методами: по совокупности реализаций и за целостностью распределения значений параметра исправных и неисправных объектов. Первый метод применяют в случаях, когда реализации изменения диагностических параметров по пробегу выглядят плавных кривых, не пересекаются, а второй - когда эксплуатация технического состояния невозможна. Методы определения оптимального значения допустимого диагностического параметра.

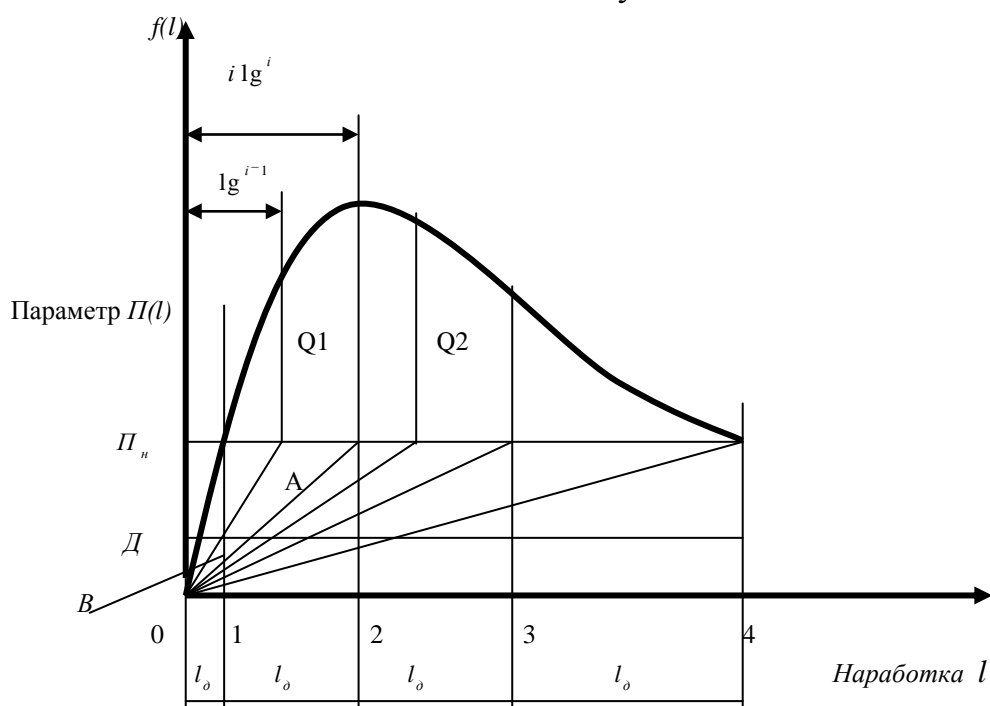


Схема формирования  $D$  при наличии совокупности реализации изменения диагностического параметра  $\Pi$  ( $l$ ).

где  $Q_1, Q_2$  - вероятность отказов на соответствующих пробегах.

Если задано предельное и начальное значение параметра, то оптимальное допустимое отклонение норматива  $D_{opt}$  определяют по критерию минимума суммарных удельных затрат на ремонт и профилактику:

$$C(D^{opt}) = \min \left\{ \frac{cQ(D)}{l_\phi(D)} + \frac{d[1-Q(D)]}{l_\phi(D)} \right\},$$

где:

$C$  и  $d$  - стоимости, соответственно, ремонта и профилактики;

$Q(D)$  - вероятность отказа;

$l(D)$  - средний фактический ресурс к восстановлению (ремонта или профилактики).

Из схемы видно, что при увеличении  $D$  возрастает вероятность отказа (достижение ПП) и соответственно увеличиваются затраты на ремонт.

С другой стороны, при снижении  $D$  а отчас и уменьшении количества отказов, растет количество преждевременных профилактических воздействий. В результате суммарные удельные расходы также растут. Таким образом, существует оптимальное значение  $D_{opt}$ , при котором сумма удельных затрат на ремонт  $C_r$  и профилактику  $C_p$  будет минимальной.

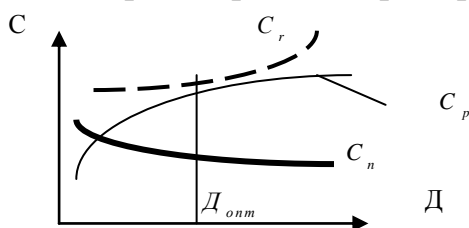
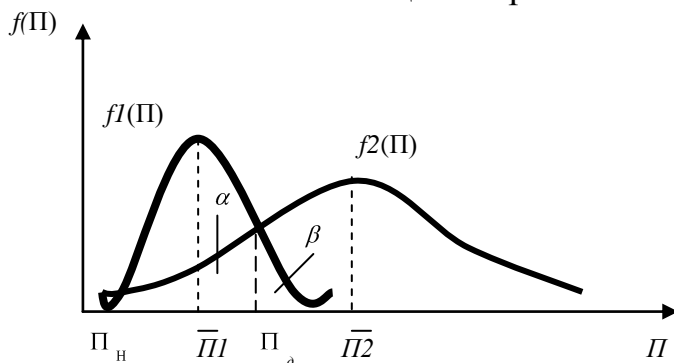


Схема определения  $D_{opt}$  по минимуму суммарных удельных затрат на ремонт и профилактику.

Во многих случаях отдельные реализации изменения диагностических параметров по пробегу значительно переплетаются, а предельное значение параметра не фиксированы. Это объясняется преимущественным влиянием на процессы износа деталей меняющимся условиям эксплуатации. В таких случаях допустимый норматив определяют методом установления предельного значения  $\Pi_d$  между плотностями распределения. Значение диагностического параметра для исправных  $f_1(\Pi)$  и неисправных  $f_2(\Pi)$  объектов на основе оптимизации затрат от ошибок первого и второго рода.



Если текущее значение диагностического параметра лежит в диапазоне от номинального до допустимого, то объект считается исправным. При этом возникают ошибки первого рода ("пропуск отказа"), когда за исправные объекты принимаются часть  $\alpha$  фактически неисправных объектов с распределением  $f_2(\Pi)$ , в которых отказы наступают при значениях параметра, меньших чем  $\Pi_d$ . Вероятность ошибки первого рода равна:

$$\alpha = \int_{\Pi_n}^{\Pi_d} f_2(\Pi) d\Pi;$$

Вследствие "пропуска отказа" из-за несвоевременной профилактики (стоимостью  $d$ ) будут понесены большие затраты на аварийный ремонт (стоимостью  $c$ ). А поскольку  $c > d$ , то потери от каждой ошибки 1-го рода будут равны  $c-d$ .

С другой стороны, если текущее значение параметра превышает допустимое, то объект считается неисправным. При этом могут возникать ошибки 2-го рода ("ложная неисправность"), когда за неисправные принимают фактически исправные объекты по распределению  $f_1(\Pi)$ , у которых значение параметра больше  $\Pi_d$ . Вероятность ошибки 2-го рода составляет:

$$\beta = \int_{\Pi_d}^{\infty} f_1(\Pi) d\Pi;$$

А потери от каждой ошибки будут равны стоимости лишней профилактики  $d$ .

Средние суммарные потери от ошибок обоих родов запишутся в виде:

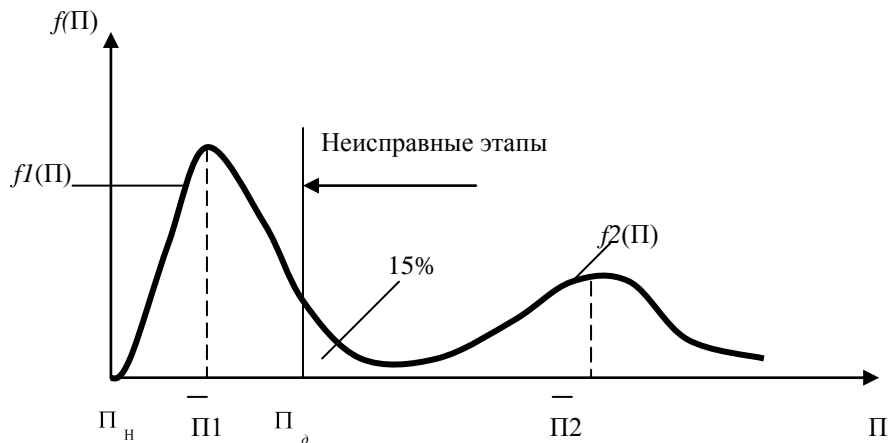
$$C_{\text{сум}} = (c - d) \int_{\Pi_n}^{\Pi_d} f_2(\Pi) d\Pi + d \int_{\Pi_d}^{\infty} f_1(\Pi) d\Pi;$$

Для определения оптимального норматива, соответствующего минимуму средних суммарных потерь, нужно взять производную этого выражения по  $\Pi_d$  и приравнять ее к нулю. Поскольку производная интеграла по верхней или нижней границе со знаком плюс или минус, то уравнение оптимального норматива будет выглядеть:

$$(c - d) f_2(\Pi_d^{\text{opt}}) - d f_1(\Pi_d^{\text{opt}}) = 0;$$

$$\text{или } \frac{f_1(\Pi_d^{\text{opt}})}{f_2(\Pi_d^{\text{opt}})} = \frac{c - d}{d};$$

Если функция распределения неисправных состояний  $f_2(\Pi)$  неизвестна, то допустимый норматив назначает по общему количеству распределения  $f_1(\Pi)$  значения диагностического параметра для трудоспособных объектов при условии, что в середине допустимого диапазона содержится заданная доля (85%) распределения.



## Лекция №4.

### Системы диагностики.

Техническое состояние объекта определяется по соответствующим алгоритмом с использованием контрольно-диагностических средств. Комплекс, включающий объект средства и алгоритм представляет собой систему диагностирования.



Объект диагностирования характеризуется необходимостью и возможностью диагностирования. Необходимость диагностирования автомобиля определяется закономерностями изменения его технического состояния и затратами на поддержание работоспособности.

Возможности диагностирования обусловлены качествами внешних признаков, позволяющих определить неисправности автомобиля без его разборки, а также доступностью измерения этих признаков.

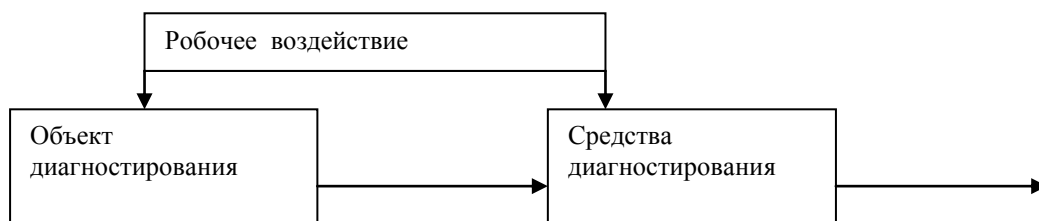
Средствами диагностирования служат специальные приборы и стенды. Они бывают внешние и встроенные, что считается неотъемлемой частью конструкции автомобиля. При диагностировании используют не только измерительные технические средства, но и субъективные возможности человека, его органы чувств, опыт, навыки. В простейших случаях применяют субъективное диагностирование, а в сложных - объективное.

Системы диагностирования разделяют на функциональные, когда диагностирование используют в процессе работы объекта и тестовые, когда в процессе диагностирования работу объекта воспроизводят искусственно. Различают системы универсальные, предназначенные для нескольких различных диагностических процессов, и специальные, обеспечивающие только один диагностический процесс.

Диагностические системы могут быть:

- Общие, когда объектом является автомобиль в целом, а целью диагностики - определение его состояния на уровне "исправен-неисправен",
- Локальные - для диагностирования составных частей автомобиля (агрегатов систем, механизмов) с целью поиска неисправностей. Кроме того, диагностические системы могут быть ручными или автоматизированными (автоматическими).

### **Система функционального диагностирования.**



В системах функционального диагностирования воздействуют на объект в результате его обычной работы. Эти действия называют рабочими действиями.

Такие системы используют, преимущественно, для проверки работоспособности и поиска неисправностей агрегатов, узлов и систем автомобиля во время его использования по назначению, системы функционального диагностирования могут работать и в режиме имитации функционирования объекта и его рабочих процессов. Такое использование системы целесообразно при налаживании объекта после ремонта.

Функциональное диагностирование автомобиля осуществляется с помощью встроенных и переносных приборов, которые устанавливают на объект во время диагностирования. В процессе работы водителю автомобиля поступает информация о давлении масла, частоте вращения коленчатого вала, температуре охлаждающей жидкости, включении показателя поворотов и механизма блокировки межосевого дифференциала, давление воздуха и его падение ниже допустимой нормы в баллонах и контурах пневматического тормозного привода, уровень топлива в баках и др. На некоторых моделях автомобилей установлены сигнализаторы загрязнения, топливных и масляных фильтров.

Эти сигналы позволяют немедленно реагировать на нарушения режимов функционирования объекта, провести несложные регулировки; перейти на другие режимы работы; заменить узлы и детали. Во многих случаях это позволяет обеспечивать выполнение заданного объема работ и тем самым увеличивать эффективность использования автомобиля.

Дальнейшее развитие системы функционального диагностирования предусматривает предоставление водителю информации о расходе топлива, динамичности, тормозной эффективности, уровню загрязнения окружающей среды. Эта информация даст возможность управления режимами движения автомобиля для достижения максимальной топливной экономичности при создании безопасности перевозочного процесса.

### **Системы тестового диагностирования.**

В системах тестового диагностирования воздействия на объект поступают от контрольно-диагностических средств. Эти действия называют тестовыми действиями.

Состав и последовательность подачи тестовых действий выбирают из условий эффективности организации процесса диагностирования. В результате тестового диагностирования решаются задачи проверки работоспособности и поиска неисправности.

Системы тестового диагностирования работают как правило когда автомобиль не применяется по прямому назначению. При работающем же объекте тестовые действия могут быть только такими, которые не нарушают нормальному функционированию объекта (расход топлива, ускорение).

Ответы объекта на тестовые и рабочие воздействия поступают на средства диагностирования как с основных выходов объекта, так и из дополнительных. Основные выходы объекта - это те, которые необходимы для применения объекта по назначению (расход топлива, тормозной путь), а дополнительные - организованные специально для диагностирования (СО, сажа, напряжение). Эти основные и дополнительные выходы называют контрольными точками. От того, насколько они позволяют быстро и просто получить информацию, во многом зависит эффективность диагностирования.

### **Методы диагностирования автомобилей.**

Характеризуются физической сущностью диагностических параметров. Они делятся на две группы:

1. Измерение параметров эксплуатационных свойств автомобиля (динамичности, топливной экономичности, безопасности движения, воздействия на окружающую среду);
2. Измерение параметров процессов, сопровождающих функционирование автомобиля, его агрегатов и механизмов (нагрев, вибрации, шумы и др.)

Кроме того, существует третья группа методов диагностики, которые обеспечивают измерение геометрических величин, непосредственно

характеризующих техническое состояние механизмов автомобиля - структурные параметры (свободный ход педали, люфты, зазоры).

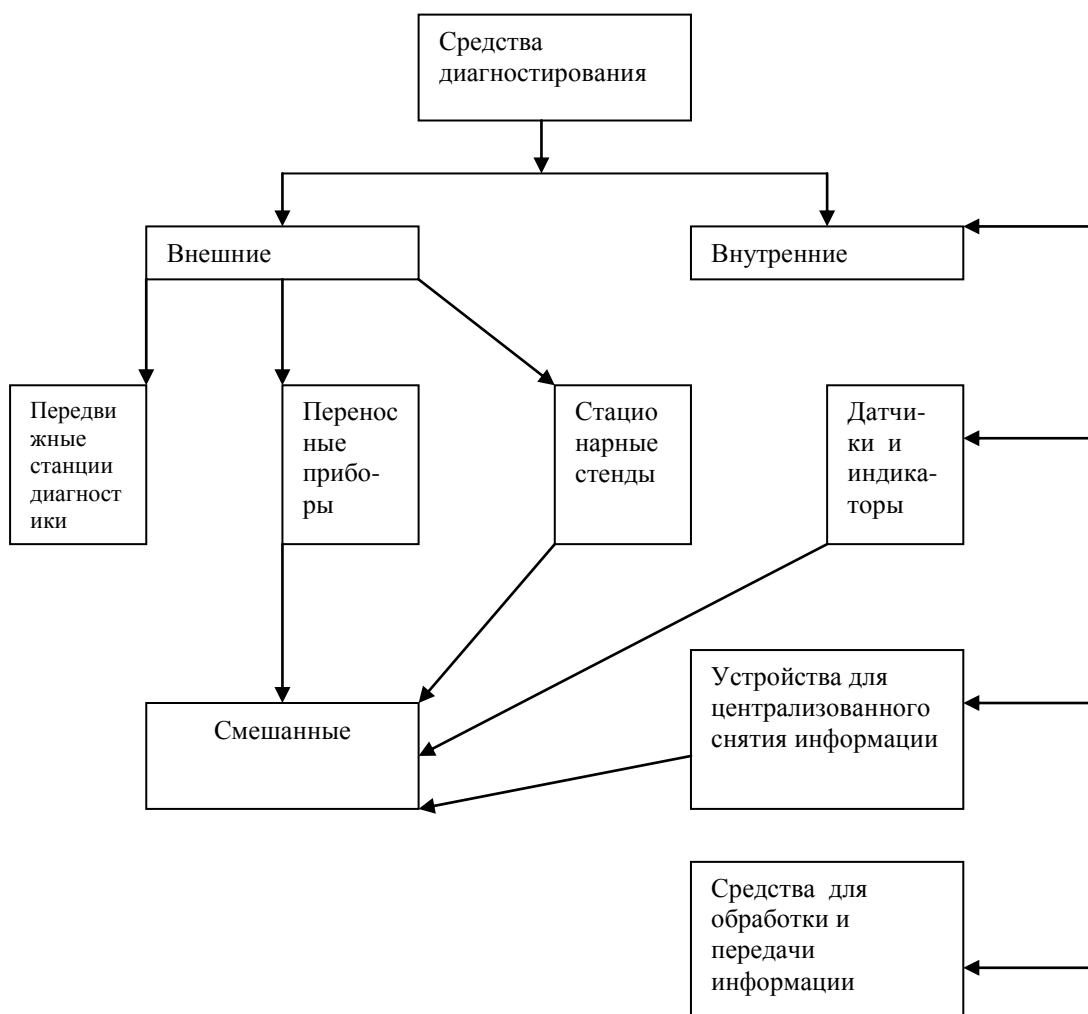
Первая группа методов позволяет оценить работоспособность и эксплуатационные свойства автомобиля в целом, а вторая и третья позволяют выявить конкретные причины неисправностей. Поэтому при диагностике, исходя из принципа "от целого к частному", сначала применяют первую группу методов, осуществляя общее диагностирование, а затем для конкретизации диагноза применяют методы второй и третьей групп, осуществляя локальное диагностирование автомобиля.

## Лекция №5.

### Средства диагностирования.

СД представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения диагностических параметров. К ним относятся: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры и превращающие их как правило в электрический сигнал; устройства для обработки сигнала (усиление, фильтрации, анализа), индикации результатов, их хранения или передачи в органы управления.

Средства диагностирования бывают внешними и внутренними, входящими в конструкцию автомобиля.



Внешние средства диагностирования в зависимости от технологического назначения могут быть выполнены в виде переносных приборов и передвижных станций, укомплектованных необходимыми измерительными устройствами, и стационарных стендов. Стенды и переносные приборы используют на диагностических постах и участках АТП и СТО, а передвижные станции диагностики - в отрыве от основных баз. Внешние средства диагностирования обеспечивают получение информации о техническом состоянии автомобиля, необходимой для его обслуживания и ремонта.

Встроенные средства диагностики включают датчики и приборы для обработки диагностических сигналов и непрерывного или частого измерения параметров технического состояния автомобиля. Простейшие средства встроенной диагностики реализуют в виде традиционных приборов панели водителя. Более сложные средства встроенной диагностики. Они позволяют водителю постоянно контролировать состояние тормозов, расход топлива, токсичность отработавших газов, а также выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы работы автомобиля или своевременно прекратить движение при аварийной ситуации. Кроме того, наличие таких средств дает возможность водителю своевременно устранить мелкие неисправности приборов системы питания и зажигания непосредственно на линии.

Диагностические средства смешанного типа - представляют собой комбинацию встроенных и внешних средств. В этих комплексах используется встроенные датчики с выводами диагностического сигнала к центральному штепсельному разъему и внешние средства для снятия электрических сигналов, их измерения, обработки и индикации. Применение встроенных средств рационально на специальных автомобилях сложной конструкции для обеспечения повышенной безотказности.

### **Постановка диагноза.**

Цель постановки диагноза - выявить неисправность объекта, оценить качество выполнения работ или подтвердить работоспособность объекта к очередному обслуживанию. При постановке диагноза зачастую используют субъективные аналитические возможности человека - оператора.

В зависимости от задачи диагностирования и сложности объекта различают общий и локальный диагноз.

Общий диагноз решает вопрос о соответствии объекта общими требованиями, а локальный - выявляет конкретные неисправности и их причины. При общем диагностировании используют один диагностический параметр, а при локальном несколько.

Общий диагноз заключается в измерении текущего значения параметра П и сравнение его с нормативом. При периодическом диагностировании текущее значение норматива сравнивают с допустимым Пд, а при непрерывном - с предельным Пп.

Возможны три варианта общего диагноза:

1. П > Пп - объект неисправный, необходимый ремонт.



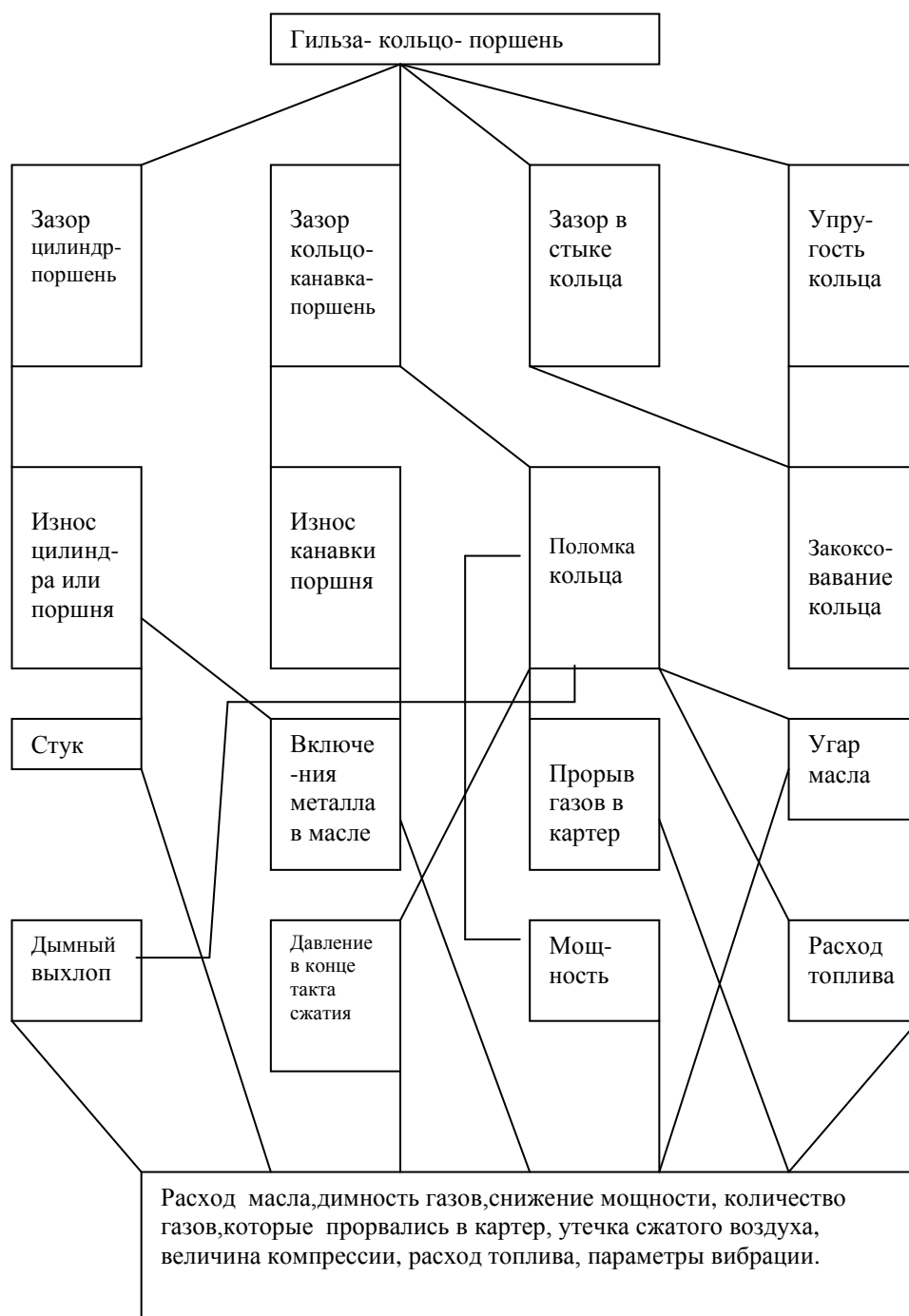
2.  $P_d < P < P_p$  - объект признается неисправным, нужно ТО или предупредительный ремонт.

3.  $P < P_d$  – объект исправный.

В первых двух вариантах для определения причины неисправности необходимо локальное диагностирование.

Локальный диагноз по нескольким диагностическим параметрам существенно осложняется, потому что каждый диагностический параметр может быть зависимым от нескольких структурных и наоборот.

Итак задачей диагноза с использованием нескольких диагностических параметров ( $P_1, P_2, \dots, P_n$ ) является раскрытие многих связей между ними и структурными параметрами объекта ( $X_1, X_2, \dots, X_m$ ). Эти связи можно представить в виде структурно-последовательной диагностической модели и диагностической матрицы.



С помощью модели, определяют техническое состояние, исходя из диагностических параметров и вероятных неисправностей объекта и ставят диагноз.

### **Диагностическая матрица.**

ДМ представляет собою, построчный набор связей между диагностическими параметрами  $\Pi$  и неисправностями  $X$  объекта (т.е. предельными параметрами технического состояния). Числовые коэффициенты этих связей в простых матрицах имеют значения 0 и 1, а в сложных - и дробные значения.

Горизонтальные ряды матрицы соответствуют диагностическим параметрам, а вертикальные - неисправностям объекта. Единица на перекрестке этих рядов означает - возможность существования неисправности, а ноль - отсутствие такой возможности.

Подобная матрица позволяет локализовать неисправности объекта при наличии соответствующего комплекса диагностических параметров, достигших предельных значений. Физическая сущность решения задачи - исключение неисправностей, которые несовместимы с существованием данной комбинации измеренных диагностических параметров.

Процессы диагностирования включают тестовые воздействия на объект, измерения диагностических параметров, обработку полученной информации и постановку диагноза.

Тестовые воздействия осуществляют путем естественного функционирования объекта на заданных силовых, скоростных и тепловых режимах, или с помощью стендов, подкатных и переносных устройств.

Измерение диагностических параметров выполняют встроенными или внешними устройствами, в простейших случаях - визуально.

Обработка информации - это преобразование усиления, анализ и фильтрация диагностических параметров как по виду, так и по величине.

Постановка диагноза в простейшем случае составляет сравнения полученной величины диагностического параметра с нормативной. В сложных случаях применяют логические приемы и устройства (например, диагностические матрицы).

Существуют два вида диагностики:

- на основе метода анализа широкоинформационного диагностического сигнала (например, акустического);
- на основе синтеза локальных сигналов, несущих конкретную информацию.

Возможно объединение обоих видов.

Для реализации первого метода необходимы сложные детальные и специальные анализирующие приборы для выделения диагностических сигналов (от вибродатчика, микрофона).

Диагностирование по методу синтеза реализуется с помощью локальных датчиков и логического устройства. (Недостаток этого метода - сложность и большая трудоемкость установки и снятия датчиков (датчик давления топлива и др.)).

С целью технологической детализации процессов диагностирования и увяз их с работами технического обслуживания разрабатывают алгоритм и технологическую карту диагностирования.

Алгоритм диагностирования представляет собой структурное изображение рациональной последовательности диагностических, регулировочных и ремонтных операций. Он определяет: выведение объекта диагностирования на тестовый режим, постановку первоначального диагноза; переход к следующему элементу; регулировочные и ремонтные операции; повторные и итоговые проверки.

Вообще алгоритм может состоять из алгоритма диагностики и "боковых" алгоритмов поэлементной диагностики, сопровождающие ТО автомобиля.

Алгоритм строят с учетом особенностей объекта и средств диагностирования и оптимизируют за экономичными критериям. Алгоритм является основой оптимизации процесса диагностирования.

Технологическая карта предназначена для детализации процедуры диагностирования в виде, пригодном для производства.

Она включает: порядковые номера операций и переходов, трудоемкость операций, оборудование и материалы, исполнителей, технические условия и указания.

№	Наименование операции	Профессия исполнителя	Оборудование и инструмент	Норма времени	ТУ и указания
1	.....	.....	.....	.....	.....
2	Измерить потери мощности в трансмиссии	Техник-диагност	Стенд тяговых качеств	3	Трансмиссия должна быть прогрета
3	.....	.....	.....	.....	.....

## Лекция №6.

### Загальне діагностування автомобіля.

Використовують для оцінки його експлуатаційних властивостей: тягово-економічних, безпеки руху, впливу на навколишнє середовище. Ці найважливіші властивості автомобіля визначають при функціональному або тестовому діагностуванні, як правило, об'єктивними методами.

Функціональне діагностування виконують під час експлуатації автомобіля для інспекторської перевірки гальм та лінійних витрат палива на тестових режимах (швидкісних, навантажувальних).

Тестове діагностування використовують в умовах імітації реальних режимів за допомогою діагностичних стендів. Таке діагностування значно ефективніше, дозволяє одержати більш достовірну інформацію і поставити діагноз з більшою ймовірністю.

В процесі діагностування визначають основні діагностичні параметри:

- потужність на колесах  $N_k$ , кВт;
- сила тяги на колесах  $P_k$ , кН;
- швидкість руху  $V_a$ , км/год;
- сила опору трансмісії  $P_f$ , кН;

- шлях вибігу  $S_b$ , м;
- шлях розгону  $S_p$ , м;
- час розгону  $t_p$ , с;
- прискорення розгону  $j_p$ , м/с<sup>2</sup>;
- питомі витрати палива  $Q$ , л/100км на характерних режимах руху автомобіля  $Q_{60}, Q_{90}, Q_{120}, Q_{\alpha}$ ;
- гальмівний шлях  $S_T$ , м;
- гальмівні сили  $P_T$ , кН;
- шлях сповільнення  $S_z$ , м;
- час сповільнення  $t_z$ , с;
- величина сповільнення  $j_z$ , м/с<sup>2</sup>;
- бокова сила в плямі контакту шини з дорогою  $P_b$ , Н;
- токсичність відпрацьованих газів  $CO, CH$ , % об;
- димність газів  $C$ , %;
- рівень шуму  $A$ , дБ.

Експлуатаційні властивості	Діагностичні параметри	Засоби діагностування: <u>спеціальні</u>	Засоби діагностування: <u>універсальні</u>
Тягово-економічні та екологічні	$N_K, P_K, V_A, P_f, S_p, t_p, j_p, CO, CH, A, Q$	Стенд тягових властивостей	Комбінований стенд
Гальмівні	$P_T, S_T, j_z, t_z, S_z$	Гальмівний стенд	Гальмівний стенд
Ходові	$P_b, S_b$	Стенд ходових властивостей	Стенд ходових властивостей

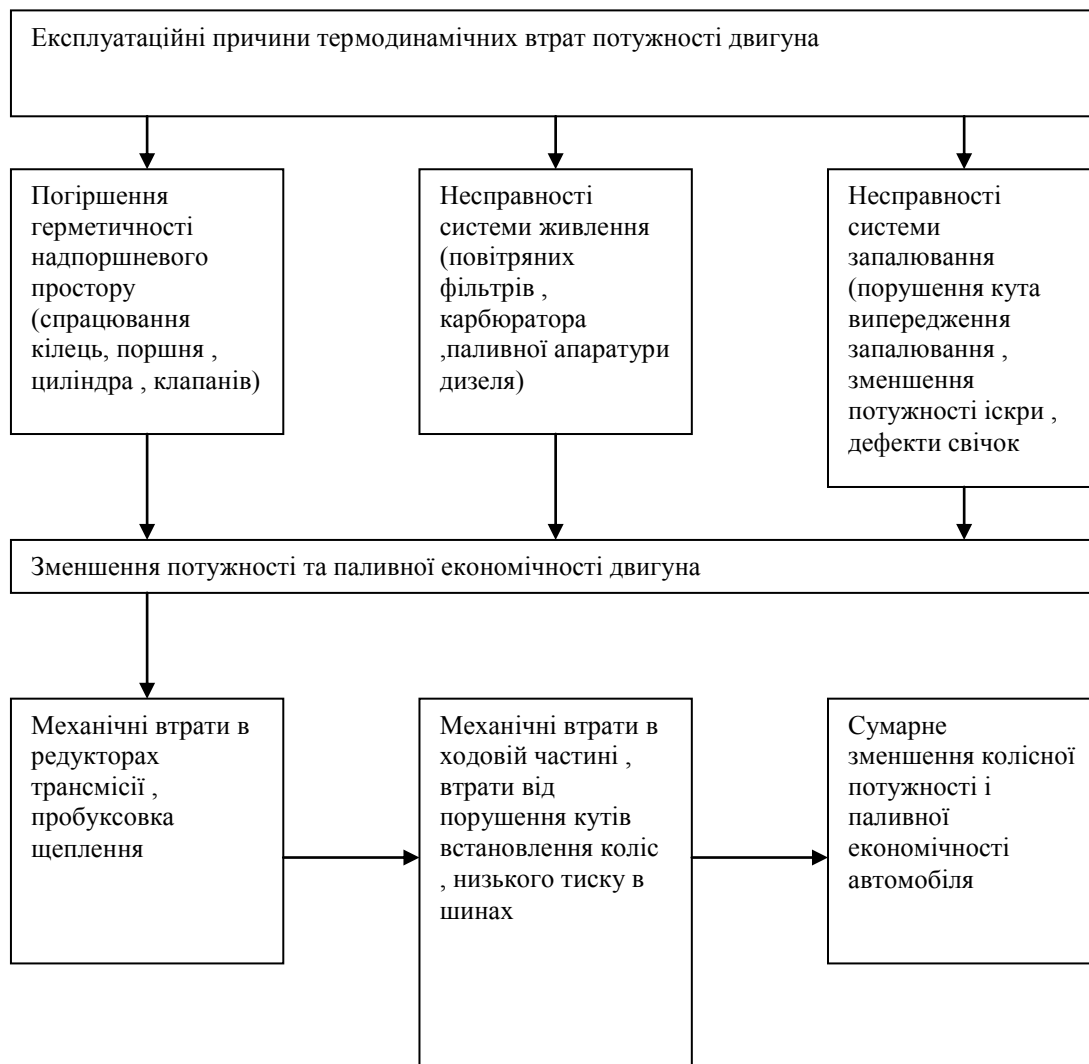
### ***Тягово-економічні властивості автомобіля та причини їх поширення.***

Тягові властивості автомобіля та паливна економічність визначають продуктивність транспортних засобів та впливають на собівартість перевезень.

В процесі експлуатації тягово-економічні властивості автомобіля погіршуються, що призводить до зниження ефективності використання транспортних засобів.

Статистика показує, що до 30% автомобілів експлуатуються із значним недовикористанням потужності двигуна і перевитрат палива. Половина цих витрат може бути усунена шляхом діагностування автомобіля та виконання нескладних регульованих ремонтних операцій.

Оцінку тягово-економічних властивостей автомобіля здійснюють шляхом вимірювання відповідних діагностичних параметрів при дорожніх вимірюваннях або на стендах тягових властивостей (СТВ).



**Оцінка тягово-економічних властивостей автомобіля дорожніми випробуваннями.**

Випробування здійснюють при повному завантаженні автомобіля на горизонтальному прямолінійному відрізку дороги з твердим рівним покриттям в суху маловітряну погоду. Вимірювання виконують при заїздах автомобіля в двох протилежних напрямках при закритих вікнах і люках. Перед випробуваннями перевіряють і регулюють кути встановлення керованих коліс, доводять до норми тиск в шинах, люфт в підшибниках, зазори в гальмівних механізмах колес.

Технічний стан ходової частини та трансмісії визначається за величиною шляху вибігу. Автомобіль розганяють до швидкості 50 км/год, швидко вимикають зчеплення і вмикають нейтральну передачу, вимірюють шлях до повної зупинки. (Для автомобіля Москвич-412 шлях вибігу повинен бути не менше 420м).

Тягові властивості автомобіля оцінюють за можливістю досягнення максимальної швидкості або за часом проходження автомобіля з місця 1 км шляху. Максимальну швидкість автомобіля вимірюють при прогрітому двигуні і трансмісії на вищій передачі. Для цього вимірюють час проходження автомобіля між двома кілометровими стовпами при повному навантаженні двигуна та максимальній швидкості. Дійсну швидкість автомобіля розраховують за формулою:

$$V_{\max} = \frac{3600 L}{T}, \text{ км / год ,}$$

Де:

T – час проходження кілометрового відрізка шляху, с;

L – довжина мірного відрізка. L=1 км.

Час проходження 1 км при розганянні з місця визначають також при прогрітому двигуні і трансмісії шляхом енергійного натискування на педаль дроселя і чіткого перемикування передач.

Зниження максимальної швидкості на 10...15% і збільшені часу проходження 1 км з місця на 20...25% вказує на недостатні тягові властивості автомобіля.

Тягово-динамічні властивості автомобіля можна оцінити, також, за часом його розганяння до швидкості 100 км/год (цей параметр завжди надається у технічній документації автомобіля).

Паливну економічність автомобіля оцінюють за величиною контрольних витрат палива при швидкості руху 50, 60, 90, 120 км/год. Випробування виконують на рівному горизонтальному відрізку шляху довжиною 3-5 км при заїздах у двох протилежних напрямках. Автомобіль повинен бути повністю завантаженим, двигун – прогрітим, трансмісія і ходова частина – справними. Для вимірювання витрат палива на автомобіль на час випробувань встановлюють випробомір палива (об'ємний, ротаметричний, тахометричний). Автомобіль розганяють до заданої швидкості (50 або 60 км/год) і підтримуючи її постійно, вимірюють витрати палива. При необхідності розраховують експлуатаційні витрати палива  $Q_{л/100км}$ .

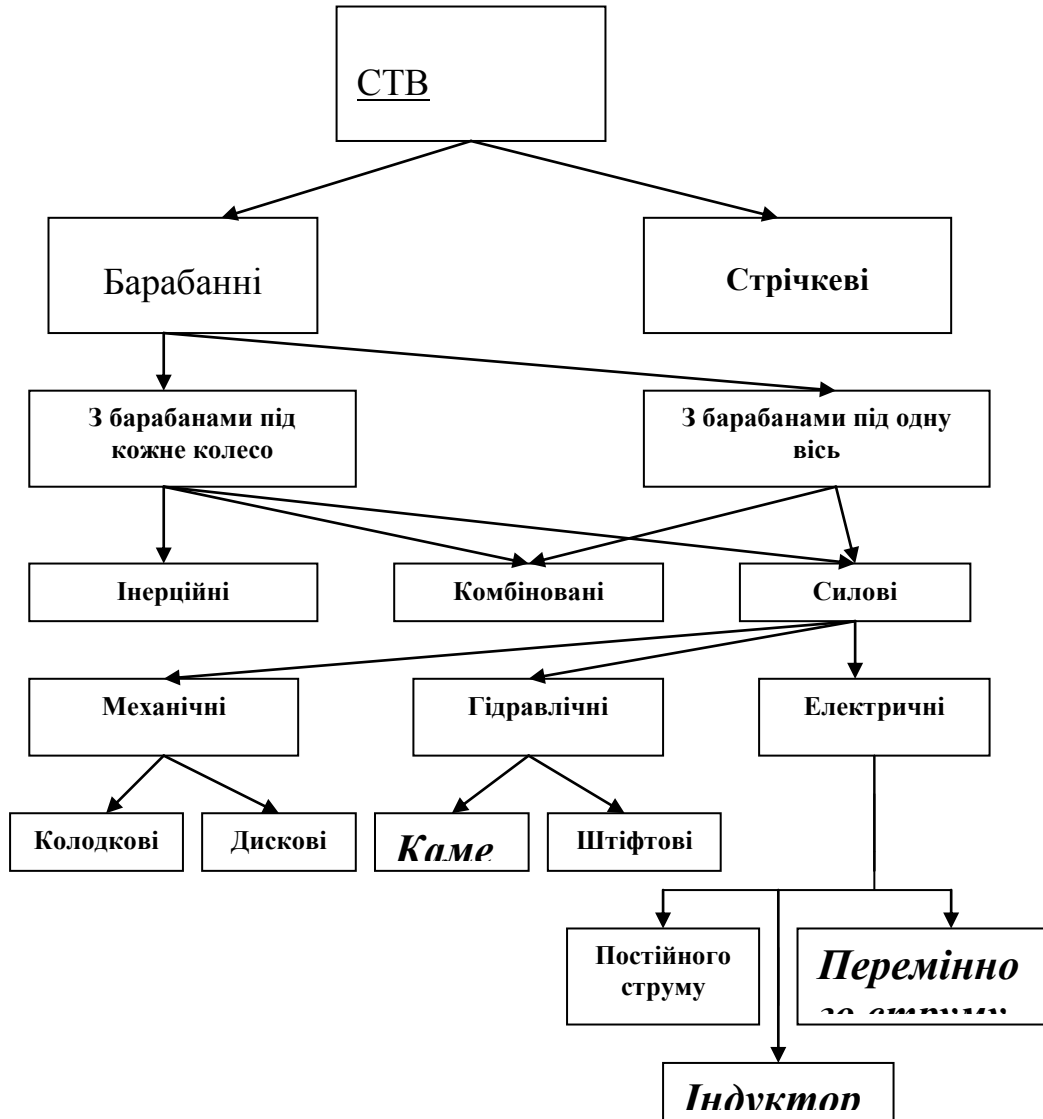
Виміряні контрольні витрати палива порівнюють з нормативними значеннями і роблять висновок про паливну економічність автомобіля. Для автомобіля М-412 контрольні витрати палива не більше 7 л/100 км вказують на достатньо паливну економічність автомобіля

## Лекція №7.

### Стенди тягових властивостей автомобіля (СТВ).

Призначені для реалізації тестових режимів автомобіля (швидкісних, навантажувальних) і вимірювання опору трансмісії, потужності на колесах, витрат палива.

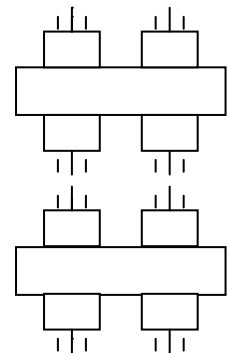
Класифікація СТВ



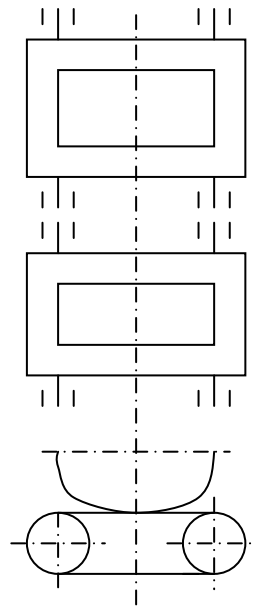
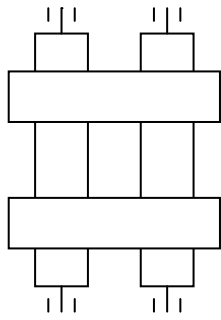
#### Схеми опорних пристроїв

3 барабанами під кожне колесо

3 барабанами під одну вісь



Стрічкові

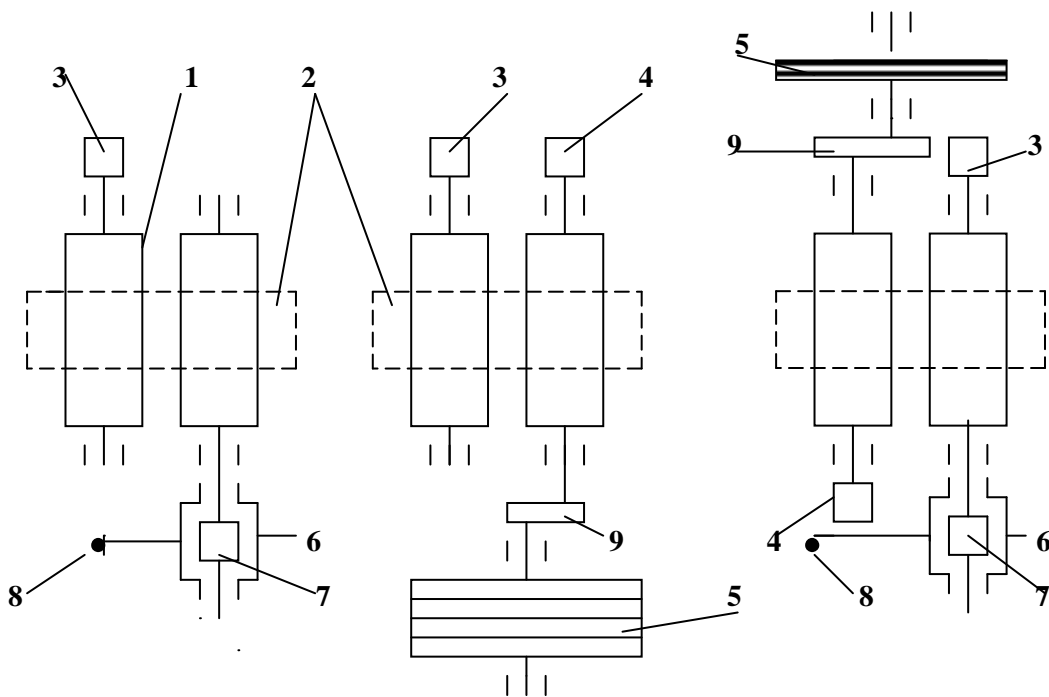


Навантажувальні пристрої СТВ

а) -силовий;

б)-інерційний;

в)-комбінований;



Умовні позначення: 1-барабан; 2-колесо автомобіля; 3-тахогенератор; 4-лічильник обертів; 5-маховик; 6-статор; 7-ротор; 8-датчик сили; 9-редуктор.



В силових навантажувальних пристроях застосовують механічні, гідравлічні, електричні та електродинамічні (індукторні) гальма.

Механічні гальма бувають барабанні і дискові, оснащені системою охолодження. Вони мають просту конструкцію, але недовговічні.

Гідравлічний, електричний та індукторний навантажувальні пристрої мають фактор, з'єднаний з біговим барабаном і балансірно підвищений статор, що через плече взаємодіє з динамометром.

Крутий момент від ротора до статора передається: в механічних та індукторних і гідравлічних гальмах – за допомогою сил тертя, а в електричних – за допомогою сил взаємодії магнітного поля статора та електричного струму в обмотках якоря. Сила на кінці плеча статора пропорційна силі тяги на ведучих колесах автомобіля і вимірюється за допомогою динамометра (або датчика та індикатора).

Регулювання завантаження коліс автомобіля досягається: в механічних гальмах – зміною сил взаємодії поверхом тертя, в гідравлічних – зміною кількості рідини ротором і статором, а в електричних та індукторних – зміною сил струму в обмотках.

Механічні, гідравлічні та індукторні навантажувальні пристрої більш прості та економічні, електричні забезпечують можливість вимірювання сили опору трансмісії  $P_f$ .

В електричних навантажувальних пристроях застосовують асинхронні двигуни змінного струму з фазовим ротором і реостатом, або двигуни постійного струму. Вони можуть працювати у двох режимах моторному і генераторному. У моторному режимі двигун прокручує колеса автомобіля і забезпечує вимірювання сили опору трансмісії  $P_f$ . В генераторному режимі він завантажує ведучі колеса автомобіля і забезпечує вимірювання сили тяги на колесах  $P_k$ .

Електрогальма постійного струму забезпечують широкий діапазон швидкості випробувань, але потребують джерела постійного струму.

Навантажувальні пристрої силового типу забезпечують випробування автомобіля на режимах постійних швидкостей.

В інерційних навантажувальних пристроях навантаження на колеса автомобіля здійснюють махові маси барабанів і спеціальні маховики, що з'єднані з барабанами через редуктор. Випробування автомобіля здійснюють в режимі розганяння і вибігу. Чим більша потужність двигуна автомобіля, тим менший шлях  $S_p$  і час  $t_p$  розганяння енергійних мас.

Для забезпечення достовірності випробувань маси маховиків вибирають за умови ідентичності розганяння автомобіля на бігових барабанах і на дорозі. Ця умова виконується, коли момент інерції мас стенда, що обертається, дорівнюєприведеному моменту інерції автомобіля і моменту інерції передніх коліс:

$$I_{\delta} \cdot i_{\delta}^2 + I_m i_{\delta}^2 i_p^2 = \frac{Ga}{g} r_k^2 + I_{nk};$$

Де:

$I_{\delta}$ ,  $I_m$ ,  $I_{nk}$  – відповідно моменти інерції барабанів, маховиків і передніх коліс.

$i_{\delta}$ ,  $i_p$  – передаткові числа відповідно між колесом і барабаном, між маховиком і барабаном (редуктора).

$G_a$  – маса автомобіля, т.

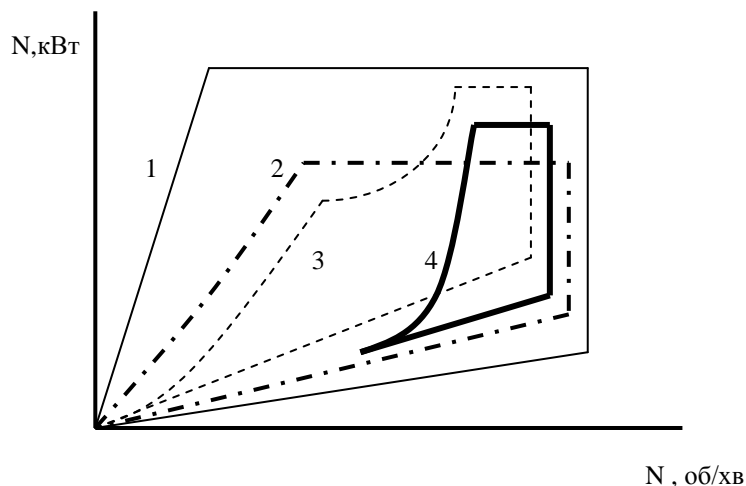
$R_k$  – радіус колеса, м.

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>.

Як правило, стенди мають змінні маховики для забезпечення можливості випробувань автомобілів різних моделей (мас).

Комбіновані навантажувальні пристрої мають і балансірні гальма, і маховики. Тому вони забезпечують випробування автомобілів як при постійних швидкостях, так і в режимах розганяння та уповільнювання (за їздовими циклами).

Діаграма

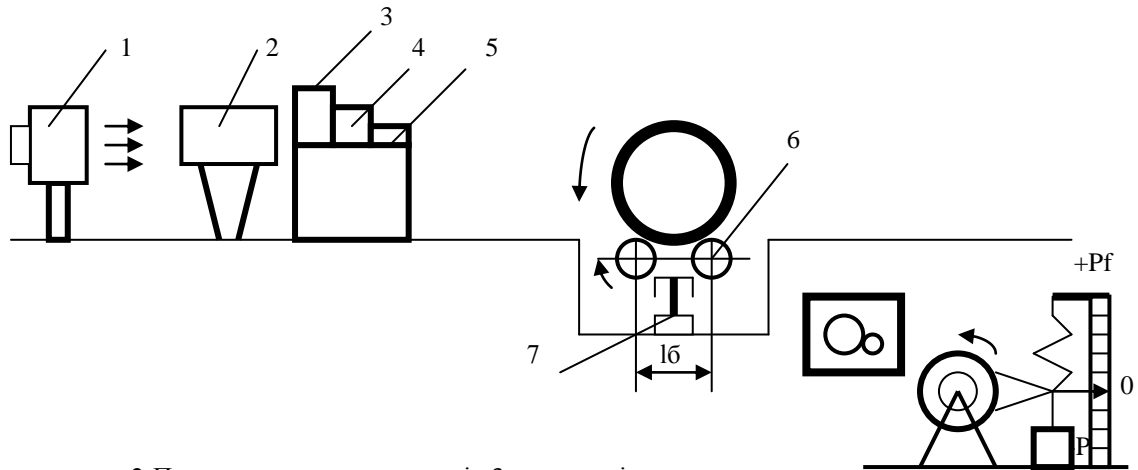


- 1.-індукторного;
- 2.-електричного(постійного струму);
- 3.-гідравлічного типу;
- 4.-електричного(змінного струму).

Індукторний навантажувальний пристрій має найширший діапазон швидкостей і навантажень.

Електричний навантажувальний пристрій змінного струму (асинхронна машина с фазовим ротором) має найвищий діапазон швидкостей і навантажень (800...1500об/хв), бо при обертах, менших за синхронні ( $n < 800$  об/хв), така машина працює в режимі двигуна.

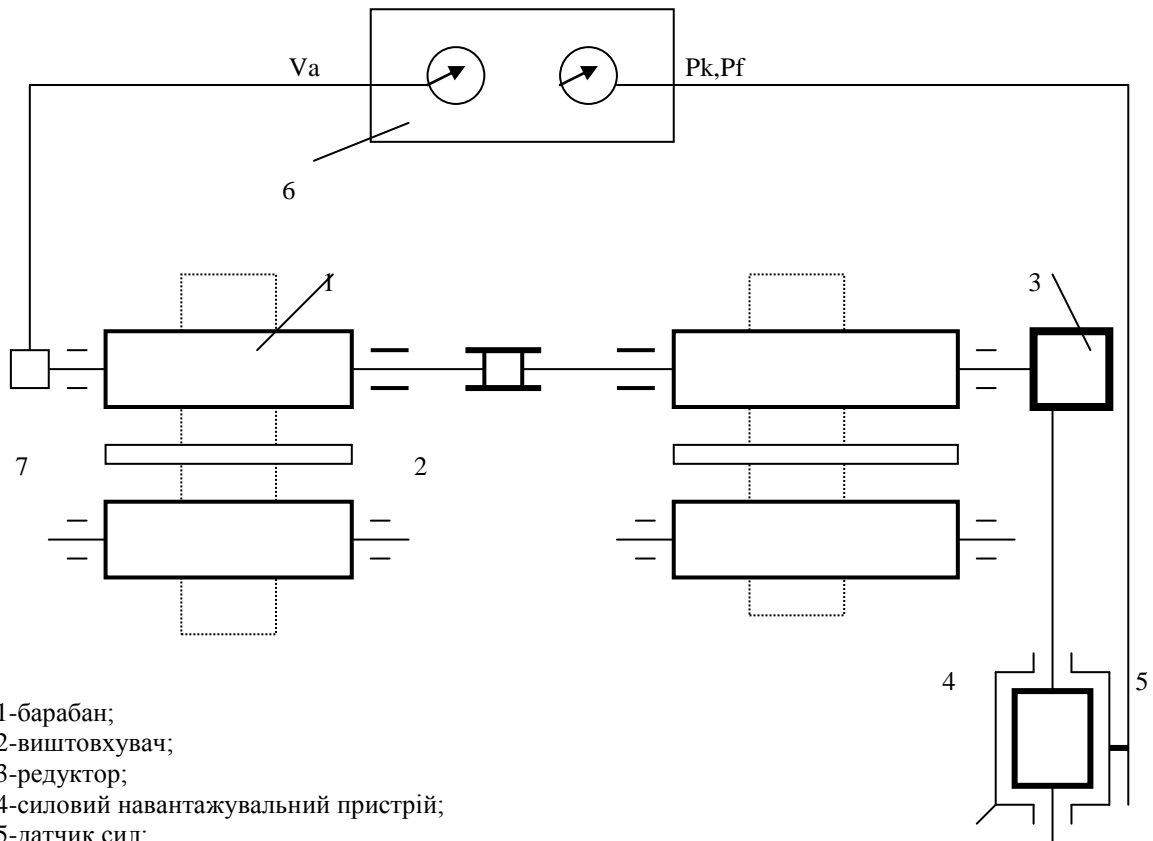
## Лекція №8. Стенди тягових властивостей автомобіля.



1-вентилятор;2-Пульт керування та приладів;3-витратомір палива;  
4-газоаналізатор;5-димомір;6-опорно-привідний пристрій;7-виштовхувач.

Основним елементом стенду є опорно-привідний пристрій, що слугує для забезпечення обертання та навантажування коліс нерухомого автомобіля. На стендах найчастіше застосовують спарені барабани, бо вони забезпечують більшу стійкість автомобіля в процесі випробувань і порівняно невеликий опір каченню колеса. Це досягається вибором діаметра барабанів  $d_6=(0,4...0,6) d_k$  і міжосьовою відстанню  $l_6=0,6R_k$  (тут  $R_k$  – радіус колеса автомобіля).

Схема силового СТВ з симетричним навантажувальним пристроєм.



1-барабан;  
2-виштовхувач;  
3-редуктор;  
4-силовий навантажувальний пристрій;  
5-датчик сил;  
6-пульт керування та приладів;  
7-тахогенератор.

Під час випробувань навантаження на колеса автомобіля при заданій швидкості встановлюється за допомогою силового навантажувального пристрою 4, що працює у генераторному режимі.

При вимірюванні механічних витрат у трансмісії навантажувальний пристрій працює у моторному режимі і примусово прокручує колеса автомобіля.

Сила тяги на колесах  $P_k$  та сила опору трансмісії  $P_f$  вимірюються за допомогою балансирної підвіски навантажувального пристрою 4, датчика 5 та індикатора на пульті 6.

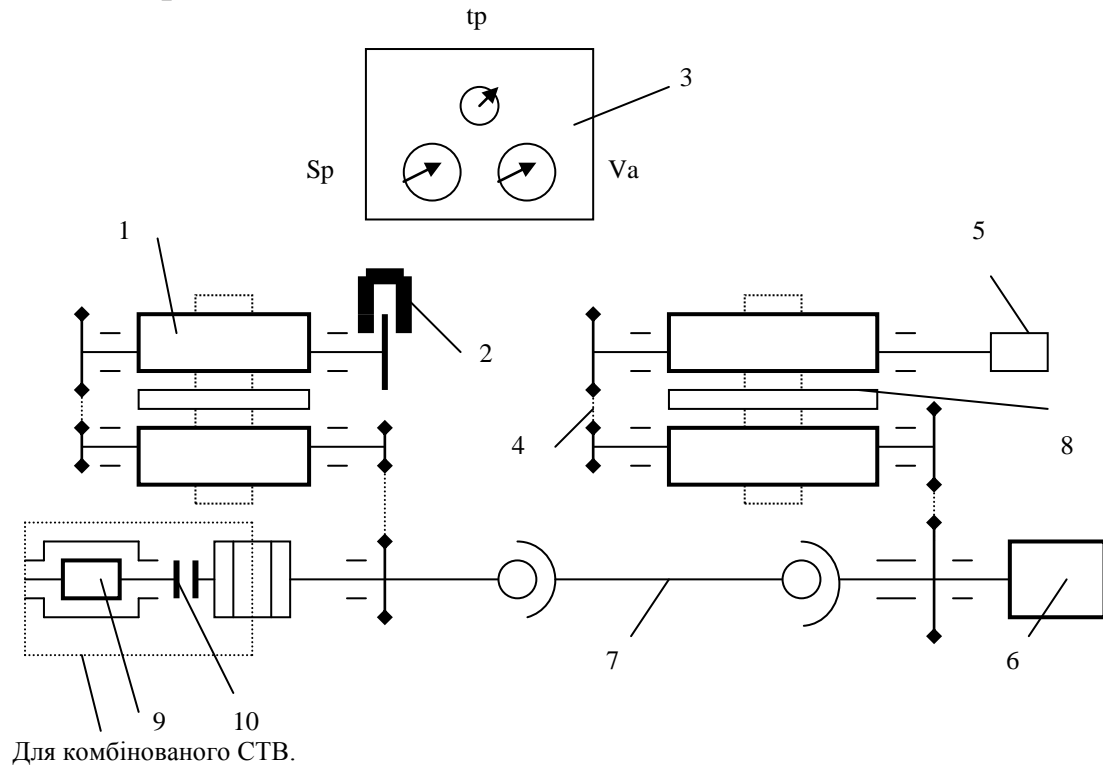
Під час випробувань радіатор автомобіля обдувають вентилятором, щоб не допустити перегрівання двигуна.

### ***Оцінка тягово-економічних властивостей автомобіля на силовому СТВ.***

Розглянемо технологію перевірки тягово-економічних властивостей автомобіля ЗиЛ-130 на силовому СТВ з електричним навантажувальним пристроєм змінного струму.

1. Автомобіль з прогрітим двигуном і трансмісією встановлюють ведучими колесами на бігові барабани.
2. Вмикають навантажувальний пристрій і в моторному режимі розкручують колеса та трансмісію автомобіля до швидкості 43 км/год (частота обертання ротора 720 об/хв). Вимірюють силу опору трансмісії, що характеризує механічні втрати. Якщо вони в нормі (для ЗиЛ  $P_f=200\dots300\text{Н}$ ,  $N_f=11\text{кВт}$ ) то випробування продовжують, якщо ні, то технічний стан трансмісії покращують.
3. Запускають двигун і розкручують колесами автомобіля барабани стенду до оборотів 1100...1200 об/хв (65-70 км/год).
4. Поступово натискаючи на педаль дроселя і збільшуючи навантаження на ведучі колеса автомобіля за допомогою реостата, виводять автомобіль на режим 50 км/год (835 об/хв) при повному дроселі на проміїй передачі.
5. Витримують режим не менш як 5с і після стабілізації показані приладів вимірюють потужність на колесах ( для ЗиЛ-130 вона повинна бути не менше 41,17кВт).
6. Розвантажують двигун і ведучі колеса автомобіля, вмикають передачу, двигун.
7. Підключають витратомір палива, запускають двигун встановлюють обороти 500 об/хв і вимірюють витрати палива (після стабілізації режиму). Для ЗиЛ-130 витрати палива при 500 об/хв не повинні перевищувати 25 кг/год.
8. За допомогою дроселя і навантажувального пристрою знову виводять автомобіль на режим 50 км/год при повному дроселі на прямій передачі.
9. Після стабілізації показань вимірюють витрати палива. Для ЗиЛ-130 вони не повинні перевищувати 25 кг/год.

## Схема інерційного і комбінованого СТВ.



- 1-барабан;
- 2-датчик обертів;
- 3-пульт керування і приладів;
- 4-ланцюгова передача;
- 5-тахогенератор;
- 6-маховик;
- 7-карданний вал;
- 8-виштовхувач;
- 9-силовий навантажувальний пристрій;
- 10-муфта.

При випробуваннях момент інерції автомобіля імітується моментами інерції барабанів 1 й маховиків 6. Під час розганяння коліс автомобіля в заданому інтервалі швидкостей (30-50км/год або 40-60км/год) вимірюють шлях  $S_p$  і час  $t_p$  розганяння, що характеризують тягові властивості автомобіля. Для оцінки механічних втрат у трансмісії вимірюють шлях вибігу  $S_v$ .

Комбінований СТВ створюється на базі інерційного і має у своєму складі силовий навантажувальний пристрій 9, що підключається за допомогою люфта 10.

## **Оцінка тягово-економічних властивостей автомобіля на інерційних СТВ.**

Перед випробуваннями двигун і трансмісія автомобіля повинні бути прогрітими до номінальної температури, маса маховиків повинна відповідати масі автомобіля.

1. Автомобіль встановлюють ведучими колесами на бігові барабани.
2. Запускають двигун, включають контрольно-вимірювальні прилади. Розганяють ведучі колеса автомобіля на прямій передачі до швидкості 40-45 км/год.
3. Відпускають педаль “газу”, вмикають нейтральну передачу і вимірюють шлях вибігу  $S_v$  від швидкості 40 км/год до повної зупинки колес. Якщо він відповідає нормам, то продовжують випробування, якщо ні – поліпшують технічний стан трансмісії та ходової частини.
4. Підключають витратомір палива розганяють ведучі колеса до початкової швидкості (40 км/год – для легковиків, 30 км/год – для вантажних автомобілів) на прямій передачі. Потім різно і повністю натискають на педаль “газу” і вимірюють час  $t_p$  і шлях  $S_p$  розганяння ведучих колес до кінцевої швидкості 60 або 50 км/год. Одночасно вимірюють і витрати палива за час розганяння.
5. Переводять двигун на режим холостого ходу, витримують не менш як 5 с. і після стабілізації показань вимірюють витрати палива на холостому ході (при  $n=500$  об/хв).
6. Порівнюють одержані результати з нормативними значеннями діагностичних параметрів, роблять висновки про тягово-економічні властивості автомобіля.

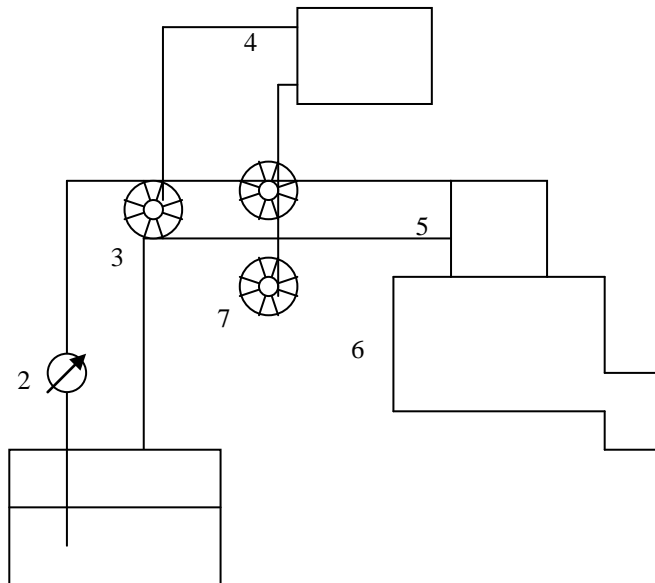
## **Лекція №9.**

### **Витратоміри палива**

Для діагностування паливної економічності автомобілів застосовують витратоміри, що ґрунтуються на вимірюванні швидкості потоку палива, маси та обсягу споживаємого палива.

До першого типу належать ротаметричні і тахометричні витратоміри. Ротаметричний витратомір КИ12371 призначений для вимірювання миттєвих та середніх витрат палива. Він відрізняється простотою конструкції і надійністю в експлуатації.

Тахометричний витратомір КИ13967 складається із одного або двох турбінних тахометричних датчиків, електронного блоку перетворення сигналів та індикатора результатів вимірювання. Наявність двох турбінних датчиків дає можливість вимірювати витрати палива і у двигунів, що мають зливну магістраль (від карбюратора або паливного насоса високого типу). Витратоміри з турбінними датчиками встановлюють на автомобілі як обов’язкові комплектаційні деталі або на час випробувань.



- 1- бак
- 2- насос
- 3,7-датчики тахометра
- 4-вимірювальн
- 5- карбюратор
- 6-двигун

Витратоміри об'ємного типу дають можливість виміряти час споживання об'ємної дози палива. Застосування доз палива різного об'єму та автоматичних секундомірів підвищує точність вимірювання ( до +1%,-1%), а також полегшує користування витратоміром.

Витратоміри вагового типу дозволяють вимірювати час споживання масової дози палива. Основним елементом таких витратомірів є ваговий пристрій та секундомір. Вагові витратоміри також забезпечують високу точність вимірювань і найчастіше застосовуються при стендових випробуваннях автомобілів.

**Оцінка токсичності відпрацьованих газів автомобілів з бензиновими двигунами.**

Для зменшення шкідливого впливу автомобілів на людину і навколишнє середовище ГОСТ17.2.2.03-87 обмежує вміст СО і СН у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів на мінімальних і підвищених обертах холостого ходу.

Частота обертання палива	Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю, % для автомобілів випуску:			Гранично допустимий вміст вуглеводів, для двигунів з кількістю циліндрів:	
	До 01.07.78р.	Від 01.07.78р. до 01.01.80р	Після 01.01.80р.	До 4-х	Понад 4-х
П <sub>мін</sub>	3,5	2,0	1,5	1200	3000
0,6...0,8П <sub>ном</sub>	2,0	1,5	1,0	600	1000

Токсичність вимірюється під час випуску автомобіля на лінію, в процесі ТО і після ПР системи живлення а також на лінії (співробітниками ДАІ).

Перед випробуваннями двигун повинен бути прогрітим до 80-90С. зонд газоаналізатора вставляють у вихлопну трубу на глибину 400мм. Встановлюють мінімальні обороти холостого ходу, прокачують пробу газів через газоаналізатор і після стабілізації показань вимірюють вміст CO і CH у відпрацьованих газах.

Повільним потискуванням на педаль “газу” пудвищують оберти \_\_\_\_\_ двигуна до 0,6...0,8  $P_{max}$  і після стабілізації показань також вимірюють вміст CO і CH.

Одержані результати порівнюють з нормативами діагностичними параметрами і роблять висновок: автомобіль допускається (або не допускається) до експлуатації.

### ***Оцінка димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями.***

Для зменшення шкідливого впливу автомобілів з дизелями на людину і навколишнє середовище ГОСТ21.3.93-85 обмежує димність відпрацьованих газів на режимі вільного прискорення і максимальних обертів холостого ходу.

Частота обертання колінвала	Гранічнодопустимий вміст сажі, % для дизелів	
	Без т/надуву	З т/надувам
Прискорення від $P_{min}$ до $P_{max}$	40	50
$P_{max}=const$	15	15

Димність вимірюється під час випуску автомобіля на лінію, в процесі ТО і після ПР паливної апаратури.

Перед випробуваннями двигун повинен бути прогрітим до 80...90С. димомір підключають до випускної труби автомобіля і натискуванням на педаль подачі палива встановити максимальні обороти вала дизеля. Тривалість роботи на даному режимі повина забезпечувати температуру відпрацьованих газів, що входять в прилад, і відповідності з вимогами інструкції.

Вимірювання на режимі вільного прискорення належить проводити при 10-кратному повторюванні циклу підвищення оборотів дізеля від мінімальних до максимальних швидким але плавним натисненням педалі подачі палива до упору з інтервалом не більше 15с. Замір показників належить виконувати при останніх чотирьох циклах за максимальним відхиленням стрілки приладу.

Вимірювання на режимі максимальної частоти обертання слід виконувати не пізніше ніж через 60с після попередніх при новому натисненні на педаль подачі палива після стабілізації показань приладу (не раніше 30с після випуску газу в прилад).

За результат вимірювання приймається середнє арифметичне значення розраховане за крайніми показниками, одержані результати порівнюють з нормативними діагностичними параметрами і роблять висновок про допустимість подальшої експлуатації автомобіля.



## Лекція №10.

### Газоаналізатори та димоміри, що використовують для оцінки токсичності та димності відпрацьованих газів автомобілів.

Найпершими газоаналізаторами були прилади, що ґрунтуються на зміні опору платиногового дроту при його нагріванні або охолодженні під час пропускання вздовж нього відпрацьованих газів.

#### *Принцип дії газоаналізаторів H-CO та Елкон-S-100.*

До об'єму газу взятого для аналізу, додають в певному співвідношенні атмосферне повітря. Цю суміш пропускають через камеру з платиновою плиткою. Завдяки згоранню CO температура платинової плитки та її електричний опір підвищується, причому пропорційно вмісту CO у в.г.

*Принцип дії альфамерів AST-70 і AST-76* пов'язаний із зміною теплопроводності відпрацьованих газів через присутність CO і H<sub>2</sub>. Пробу відпрацьованих газів пропускають вздовж нагрітого платиногового дроту, що призводить до її охолодження та зменшення її опірності. Чим більша концентрація CO і H<sub>2</sub> у відпрацьованих газах, тим більша сила струму у вимірjuвательній системі. Такі прилади мають недостатню точність вимірювання і застосовуються, в основному для регулювання систем живлення.

Більшість сучасних газоаналізаторів працюють за принципом поглинання токсичними компонентами інфрачервоного випромінювання (ГАИ, ІнфраліГ, Елкон-S-105 та ін.).

Чим більше концентрація CO у відпрацьованих газах, тим більше вони поглинають теплових променів і тим менше температура на виході з робочої камери газоаналізатора.

Такі газоаналізатори мають більш вагому точність вимірювання і можуть застосовуватись і для діагностування автомобілів, і для наукових досліджень токсичності відпрацьованих газів двигунів.

Для підвищення точності визначення концентрації CO застосовують флюоресцентне недісперсне інфрачервоне випромінювання. На цьому методі ґрунтується робота газоаналізаторів "ГАИ-2" та "Інфраліт-211", які забезпечують безперервне спільне вимірювання концентрації CO і CO<sub>2</sub>.

На використанні інфрачервоного випромінювання побудовані і газоаналізатори для спільного вимірювання кількості CO і CH<sub>4</sub>. Причому кількість CH<sub>4</sub> перераховується на легкий вуглеводень-n-гексан. Це найпростіший метод. Він надійний у роботі і має достатній ступінь точності. Приклад – японський газоаналізатор UREX-201. Він має два діапазони вимірювання CO – 0...5% і 0...10% та CH<sub>4</sub> – 1...800млн і 1...2000млн.

Перші димоміри були побудовані на принципі порівняння чорності плями сажі, що утворилась при фільтруванні відпрацьованих газів, з станом максимально допустимої кількості сажі (40,45,50%).

Принцип дії сучасних димомірів (наприклад ИИА-109) ґрунтується на вимірюванні оптичної щільності відпрацьованих газів дизеля. Проба в.г. проходить через мірний об'єм і просвічується джерелом світла. Чим менше

потік світла попадає до світлоприймача, тим більша димність відпрацьованих газів. Ефективна довжина просвічування повинна бути 0,43м, температура відпрацьованих газів – 100С. такі димоміри прості та надійні, забезпечують високу точність вимірювань.

**Оцінка паливної економічності та токсичності легкових автомобілів за їздовий цикл.**

Розрізняють американський, японський, європейський (ЄЕК ООН), шведський та інші їздові цикли. В країнах СНД прийнято цикл за ОСТ37.001.054-74 СРСР, ідентичний циклу ЄЕК ООН.

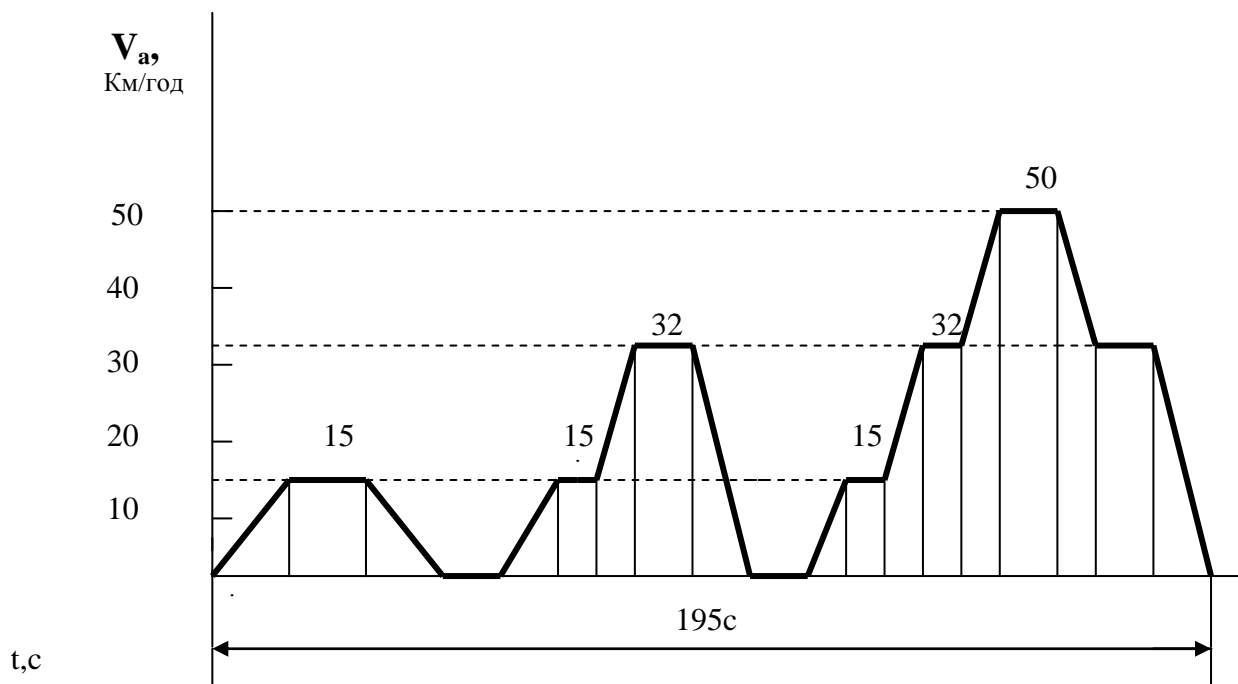
В основі ЇЦ лежить статистична обробка режимів руху автомобілів у великих містах даної країни. Тому вони відрізняються сукупністю режимів руху та їх протяжністю.

Тривалість режимів для різних ЇЦ в %.

ЇЦ	Рух з постійною швидкістю та прискоренням	Примусовий холостий хід (гальмування двигуном)	Холостий хід двигуна
ОСТ37.001.054-74	47,7	16,9	35,4
Федеральний стандарт США	54,1	22,7	23,2
Японський	60,0	22,2	17,8

Оцінка паливної економічності і токсичності автомобіля за ЇЦ виконують в процесі тестових випробувань на комбінованих СТВ, які забезпечують можливість відтворення режимів руху їздового циклу.

**Розглянемо технологію діагностування автомобіля за цикл І Ц.**



Прогрійтий автомобіль встановлюють на бігові барабани СТВ з відповідними маховими масами. Оператор за кермом виконує один за одним (з невеликими паузами) три цикла: розгінностійка швидкість – гальмування двигуном (примусовий холостий хід), зупинка.

У першому циклі ведічу колеса розганяють на 1 передачі до швидкості 15км/год, в другому – на 1-й і 2-й передачах швидкості 32км/год, в третьому на 1-й, 2-й, та 3-й передачах – до 50 км/год. Тривалість випробувань – 195с.

За цей час вимірюють пробіг, сумарні витрати палива, а всі відпрацьовані гази накопичують у великому поліетиленовомі мішку потім зважують його вимірюють середню концентрацію CO, CH та NO<sub>2</sub>.

Далі з урахуванням пройденого шляху і маси газів у мішку, розраховують витрати палива за ІЦ в л/100км та викиди усіх токсичних компонентів в г/км. Порівнювати економічні та токсичні показники автомобілів можна тільки за результатами випробувань за одним і тим же циклом.

Норми викидів CO бензиновими двигунами постійно зменшується. Так з 1972року по 1993рік вони скорочені зі 132 до 20 г/випробування.

Подальша динаміка скорочення норм викидів токсичних компонентів г/км легковими автомобілями масою до 1250 кг приведена в таблиці (Правила СЕК ООН).

Компоне нти г/км	1993- 1996 EURO-1	1996-2000 EURO-2		2000-2003 EURO-3		Далі 2003 EURO-4	
		бензин	дизель	Бензин	дизель	бензин	Дизель
CH+NO <sub>x</sub>	0,97	0,5	0,9	0,14	0,5	0,07	0,25
				0,17	0,06	0,08	0,05
CO	2,72	2,2	1,0	1,5	0,6	0,7	0,47
Тверді частини	0,14		0,1		0,05		0,025

## Лекція №11.

### Гальмівні властивості автомобіля. Основні причини їх погіршення в процесі експлуатації.

Сучасні автомобілі мають робочу гальмівну систему, стоянкову (аварійну) та допоміжну (для експлуатації в гірській місцевості).

Гальмівні властивості в значній мірі визначають безпеку руху автомобіля. Гальмова система повинна діяти ефективно, мати мінімальний час спрацювання і гальмівний шлях, забезпечувати плавність підвищення гальмівного зусилля, а також одночасність початку гальмування усіх коліс.

В процесі експлуатації спрацьовують гальмові барабани, накладки, головні і робочі гальмові циліндри, манжети, діафрагми, втрачається герметичність приводу. Це приводить до збільшення гальмівного шляху, заносу автомобіля при гальмуванні та ін. порушень роботи гальм.

## Діагностування гальмових властивостей автомобіля.

Статистика показує що 40-45% аварій за технічних причин відбувається через несправність гальм.

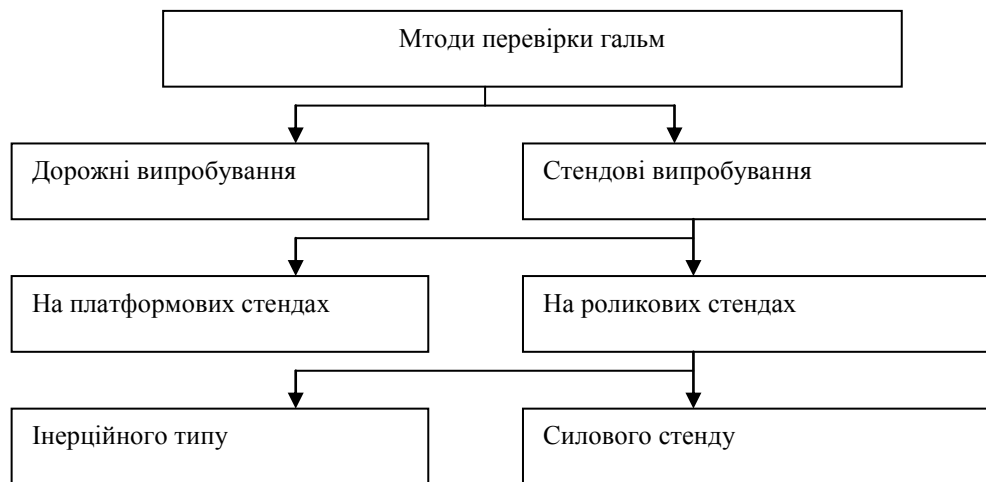
При загальному діагностуванні автомобіля визначають гальмівний шлях, сповільнення руху автомобіля, сумарне гальмівне зусилля та його розподіл між колесами автомобіля. Діагностування здійснюють методами дорожніх і стендових випробувань.

Дорожні випробування виконують на прямій, рівній, горизонтальній сухій ділянці дороги з твердим покриттям без липких матеріалів або масла.

Автомобіль розганяють до швидкості 40км/год і при виключеному зчепленні різко і одноразово натискають на гальмову педаль. Вимірюють час спрацювання гальм  $t_r$  і максимальне сповільнення руху  $j_z$ , або гальмівний шлях  $S_r$  і оцінюють здатність автомобіля зберігати стійкий прямолінійний рух при гальмуванні.

При  $V_a=40$ км/год і максимальній масі нормативний гальмівний шлях для легкових автомобілів  $S_r=16,2$ м, для вантажних до 3,5т=23м, а від 3,5 до 12т=19м, автобусів 5т=14,5...21,2м. Після зупинки автомобіля відхилення його від прямолінійного руху не повинне перебільшувати 8; автомобіль повинен зайняти полосу руху не ширшу 3,5м.

Методи діагностування гальм автомобілів



Максимальне сповільнення руху вимірюють деселерометром. Нормативні значення сповільнення:

- для легкових автомобілів  $j$  понад 5,2м/с.
- для вантажних менш 3,5т – 4м/с, більш 3,5т – 5,4м/с.
- для автобусів до 5т – 6,1м/с; свише 5т – 4,5м/с.

гальмівний шлях (при вимкненому зчепленні) залежить від швидкості руху  $V_a$ , завантаження автомобіля і технічного стану гальм враховується коефіцієнтом  $K_a$ , а також коефіцієнта зчеплення шин з дорогою  $U$ :

$$S_T = \frac{kV_a^2}{26 g \gamma};$$

де:

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с.

Максимальне сповільнення може бути розраховане за формулою:

$$I_{\max} = \frac{V_a^2}{26 S_T} = \frac{V_a^2 26 g \gamma}{26 k V_a^2};$$

Підставивши значення  $S_T$  із попередньої формули, можна впевнитись, що  $j_{\max}$  не залежить від  $V_a$ :

$$I_{\max} = \frac{\gamma g}{K};$$

Це дуже зручно для випробувань.

Дорожні випробування гальмівних властивостей не досить точні і застосовуються, як правило, для інспекторських перевірок.

Аварійна гальмова система повинна забезпечувати максимальне сповільнення руху автомобіля 1,5...2,5м/с при зусиллі на ручному органі керування 400Н (40кг) для легкових автомобілів 600Н (60кг) – для вантажних автобусів.

Допоміжна гальмовна система при русі автомобіля зі швидкістю 30±5км/год повинна забезпечувати максимальне сповільнення 0,5м/с – для навантаженого стану і 0,8м/с – для порожнього стану.

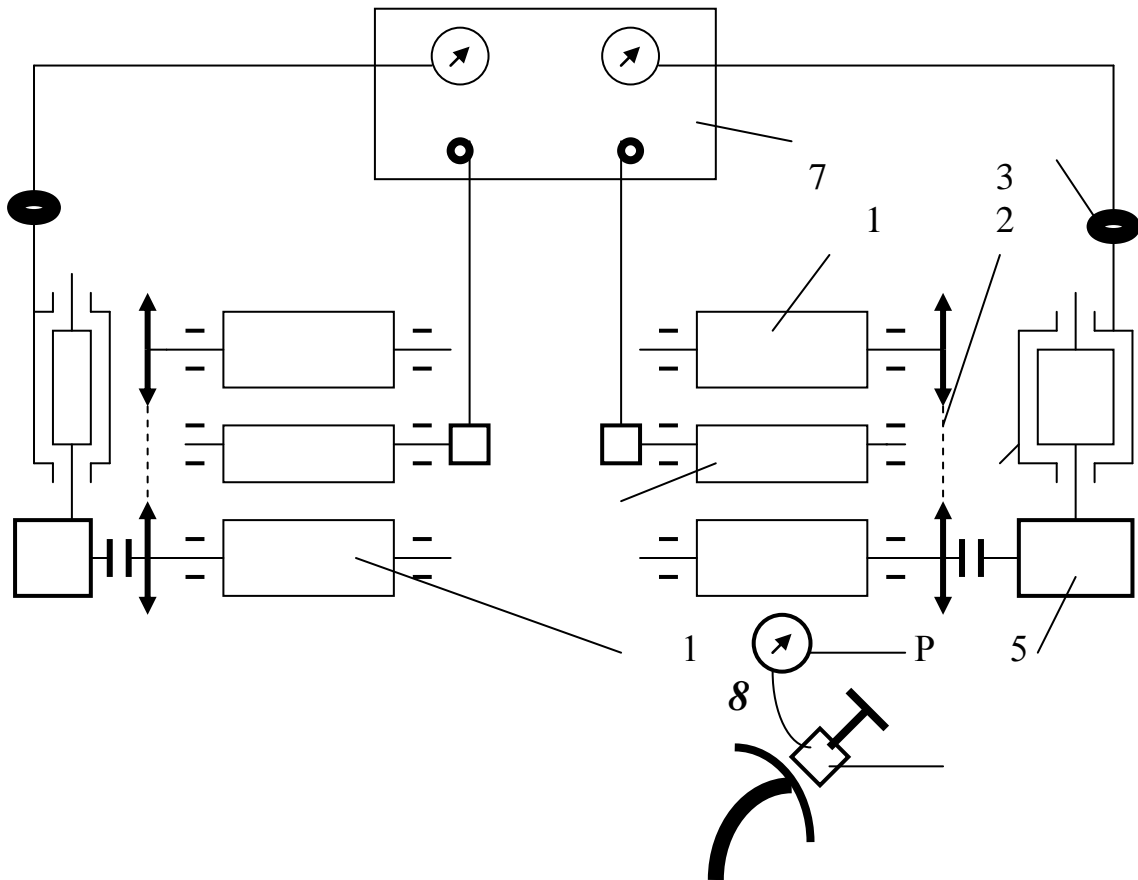
Для перевірки стоянкової гальмової системи легкові автомобілі встановлюють на підйом уклоном 23%, а вантажні і автобуси – з уклоном 31%. Автомобіль у спорядженому стані зупиняють робочою гальмовою системою, вимикають передачу і приводять до дії стоянкову гальмову систему при зусиллі на ручному органі не більше 400Н для легкових автомобілів та 600Н – для вантажних автомобілів. Після цього робочу систему плавно розгальмовують. Стоянкова система вважається справною, якщо вона забезпечує нерухомий стан автомобіля на підйомі.

Стендові випробування досягають більш точні результати і широко застосовуються при загальному діагностуванні гальмівних властивостей автомобіля.

Розрізняють силові стенди гальмових властивостей (рамкові та платформові) та інерційні (барабанні та платформові). При випробуваннях на силових стендах гальма автомобіля навантажуються за допомогою рушійних пристроїв, а на інерційних – силами та моментами інерції автомобіля або механізмів.

## Загальне діагностування гальмових властивостей автомобіля на силовому роликовому стенді.

Схема силового роликового стенду гальмівних властивостей



- 1- ролики
- 2- ланцюгова передача
- 3- датчик сили
- 4- балансирний електродвигун
- 5- редуктор
- 6- ролик-датчик блокування
- 7- пульт керування
- 8- педаметр

Стенд складається з опорно-приводного пристрою і контрольно-вимірювальних приладів. Опорно-рушійний пристрій включає раму, дві пари роликів для колес однієї осі та два електродвигуни. Для реалізації повного гальмівного моменту ролики попарно з'єднані ланцюгом, а їх поверхні ребристі. Для тієї ж мети діаметр ролика виконують невеликим ( $d_p=0,25d_k$ ), а відстань між ними – великою.

Один із роликів кожної пари через редуктор з'єднаний з балансирним електродвигуном. Потужність  $W$  двигуна визначається за умовами реалізації максимальної гальмівної сили  $P_{\text{tmax}}$  і залежить від швидкості  $V_T$ :

$$W = \frac{9.81 \cdot K \cdot P_{T \max} V_T}{3600 \eta_{CT \wedge}}$$

Де:

K – коефіцієнт можливого перевантаження;

- ККД стенду;

$V_T=2...10$ км/год.

Вимірвальний комплекс включає: датчики та індикатори гальмівної сили, сили натискування на педаль, блокування коліс.

Балансирні електродвигуни 4 прокручують колеса автомобіля через редуктор і ролики 1. При гальмуванні на датчик 3 діє реактивна сила, пропорційна гальмівній  $P_T$ . Гідроциліндр педаметра (датчик) встановлюється на гальмівну педаль, а манометр (індикатор) – у кабіні оператор натискує на шток гідроциліндра і за допомогою манометра контролює силу натискування на педаль гальма  $P_n$ . Гальмівні сили на колесах  $P_T$  визначаються за допомогою індикаторів на пульті 7. В момент блокування колес ролик-датчик зупиняється, і на пульті 7 спалахує індукторна лампочка.

Стенд надає можливість визначити: силу опору незагальмованих коліс, еліпсність барабанів, силу натискування на педаль, гальмівні сили на колесах.

### ***Технологія діагностування гальмівних властивостей автомобіля на силовому роликовому стенді.***

1. Автомобіль ставляють колесами передньої осі на ролики, встановлюють протівідкатні пристрої. На автомобілі з пневмаприводом доводять тиск в гальмівній системі до норм. На автомобілі з гідравалунним підсилювачем встановлюють мінімальні оберти холостого ходу двигуна.
2. Вмикають балансирні електродвигуни, прокручують колеса автомобіля і вимірюють силу опору незагальмованих коліс.
3. Плавнo натискуючи на гальмову педаль до зусилля 200Н (для ГАЗ) або тиску повітря в гальмових камерах до 0,3МПа (для ЗиЛ). За коливанням гальмівної сили оцінюють еліпсність барабанів (допускається коливання показань стрілки  $P_T$  до 700кН).
4. Натискуючи з силою не більше 500Н до блокування коліс і вимірюють максимальну гальмівну силу на кожному колесі (для ГАЗ-53  $P_T$  понад 3500Н, для ЗиЛ-130 –  $P_T$  понад 4800Н).
5. Встановлюють автомобіль задніми колесами на ролики стенду вмикають привод, повторюють випробування. Максимальна гальмівна сила для задніх колес повинна бути: для ГАЗ-53  $P_T$  понад 4000Н, для ЗиЛ-130 –  $P_T$  понад 4900Н.
6. Переміщуючи важіль ручного гальма на 6...10 зубів (для ГАЗ) і 4...6 зубів (для ЗиЛ), вимірюють гальмівні сили на задніх колесах. Сумарна сила повинна бути на двох колесах: для ГАЗ-53 не менше 9600Н, для ЗиЛ-130 – 13000Н.

7. За одержаними результатами розраховують загальну питому гальмівну силу \_\_\_ і коефіцієнт осьової нерівномірності гальмівних сил  $K_n$ , порівнюють їх з нормативними параметрами і роблять висновок про працездатність автомобіля.

$$\gamma_T = \frac{\sum P_T}{Ga}, \text{ Н / кг}$$

Де:

$\sum P_T$  - сума максимальних гальмівних сил на колесах, Н;

$Ga$  - повна маса автомобіля, кг;

$$K_n = \frac{|P_{Tnn} - P_{ml}|}{P_{Tnn} + P_{ml}}$$

де:

$P_{Tnp}$ ,  $P_{Tnl}$  – максимальні зусилля на колесах кожної осі.

Для легкових автомобілів  $K_n$  менш 0,09, \_\_\_ понад 5,3Н/кг, для вантажних автомобілів \_\_\_ понад 4,1Н/кг  $K_n$  менш 0,13, для автобусів \_\_\_ понад 4,6Н/кг,  $K_n$  менш 0,11.

Силові роликові стенди дозволяють одержувати залежність гальмівної сили  $P_T$  від сили натискування на педаль  $P_n$ , а також час спрацювання гальм. Ці результати можуть використовуватись при поелементному діагностуванні гальмової системи.

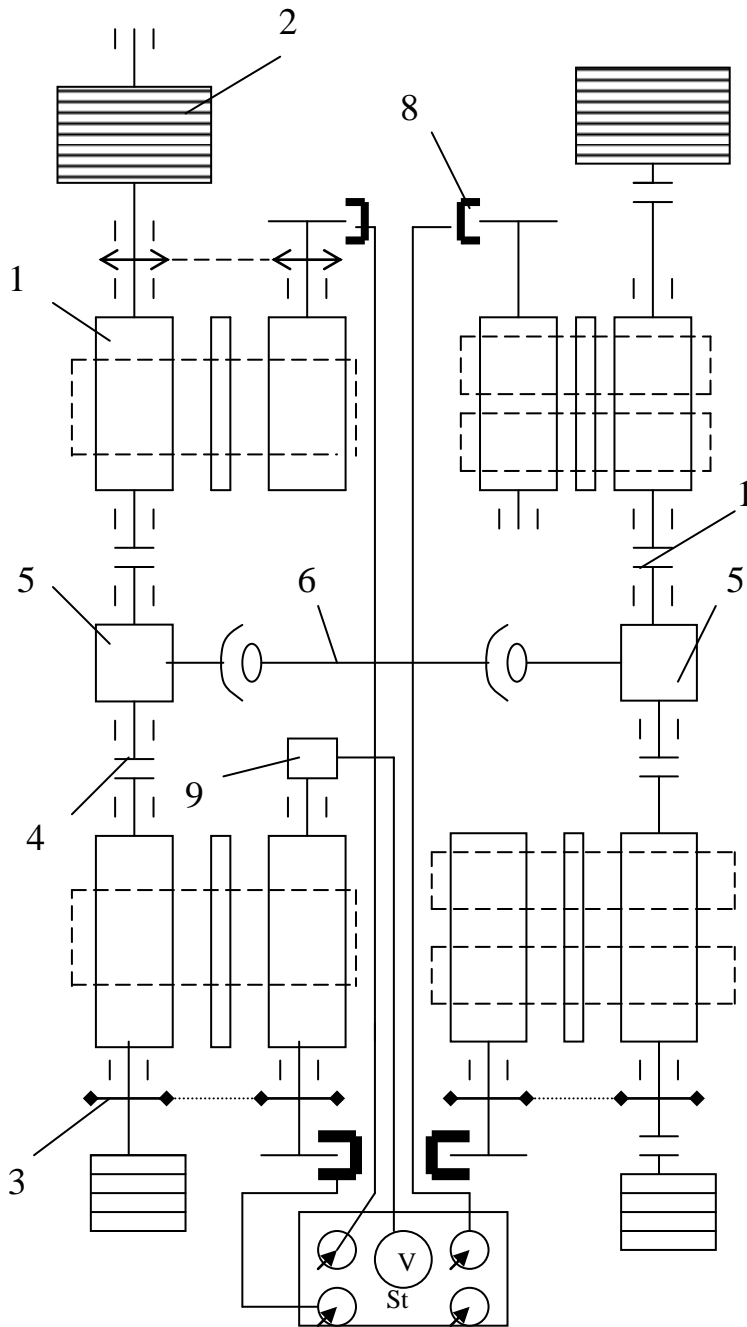


## Лекція №12.

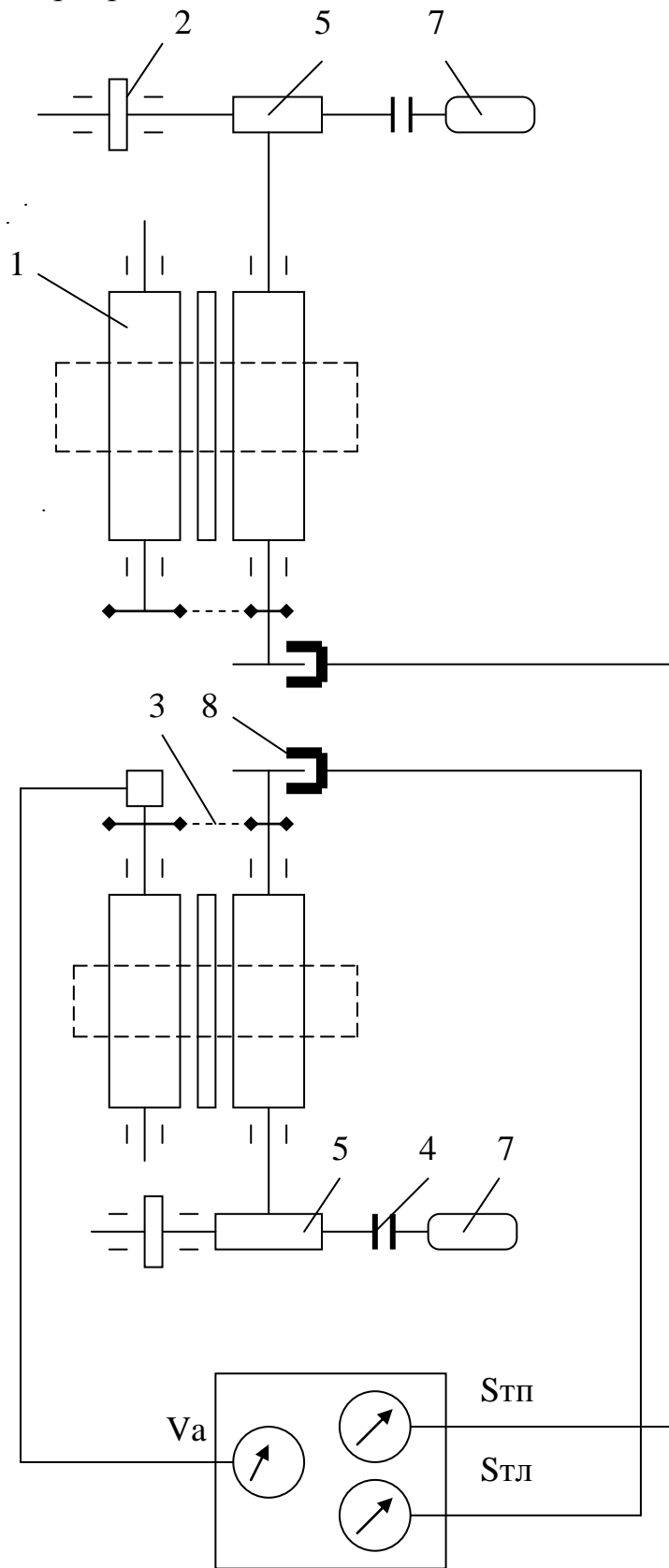
### Загальне діагностування гальмових властивостей автомобіля на інерційних барабанних стендах.

Схема інерційного барабанного стенду гальмових властивостей

А) з приводом від колес автомобіля



б) з електроприводом



1-барабан;2-маховик;3-ланцюгова передача;4-електромагнітна муфта;5-редуктор;6-карданний вал;7-електродвигун;8-лічильник обертів;9-тахогенератор.

Стенд з приводом від коліс автомобіля складається із двох опорно-приводних агрегатів, кінематично пов'язаних між собою карданним валом 6 через електромагнітні мотори 4. Це забезпечує можливість одночасно випробування гальм усіх коліс 2-осн автомобіля. Кожний опорно-приводний агрегат включає раму, дві пари бігових барабанів 1, кінематично пов'язаних з маховиком 2.

Стенд з електропроводом має один опорно-приводний агрегат з двома парами бігових барабанів 1, що кінематично пов'язані з двигунами 7 і маховиками 7 через редуктори 5 і електромагнітні муфти 4.

Барабани 1 гладкі, мають більший діаметр ніж ролики для зменшення механічних витрат.

Махові маси стенду (барабани+маховики) визначають за умови рівності кінетичної енергії стенду  $W_c$  і енергії мас автомобіля, що рухається по дорозі  $W_d$ . Для повноопорного стенду ця умова записується формулою:

$$W_c = W_d;$$

А для стенду під одну вісь:

$$W_c = W_d / n;$$

Де:

$N$  – число осей автомобіля.

Під час випробувань електромагнітні муфти можуть роз'єднувати усі каретки. Завдяки цьому гальма кожного колеса будуть навантажуватися окремими маховиками. Кількість обертів барабанів до зупинки кожного колеса визначається лічильниками, а їх сповільнення – кутовими деселераторами.

### ***Технологія діагностування гальмівних властивостей автомобіля на інерційному барабанному стенді.***

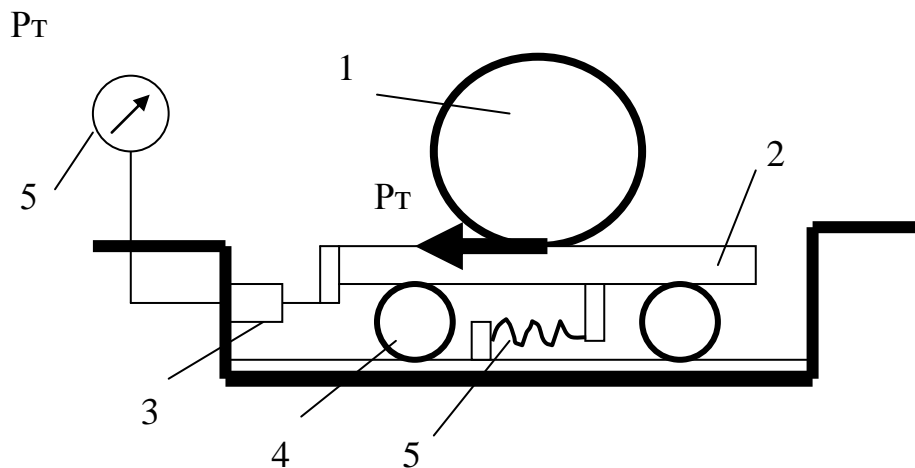
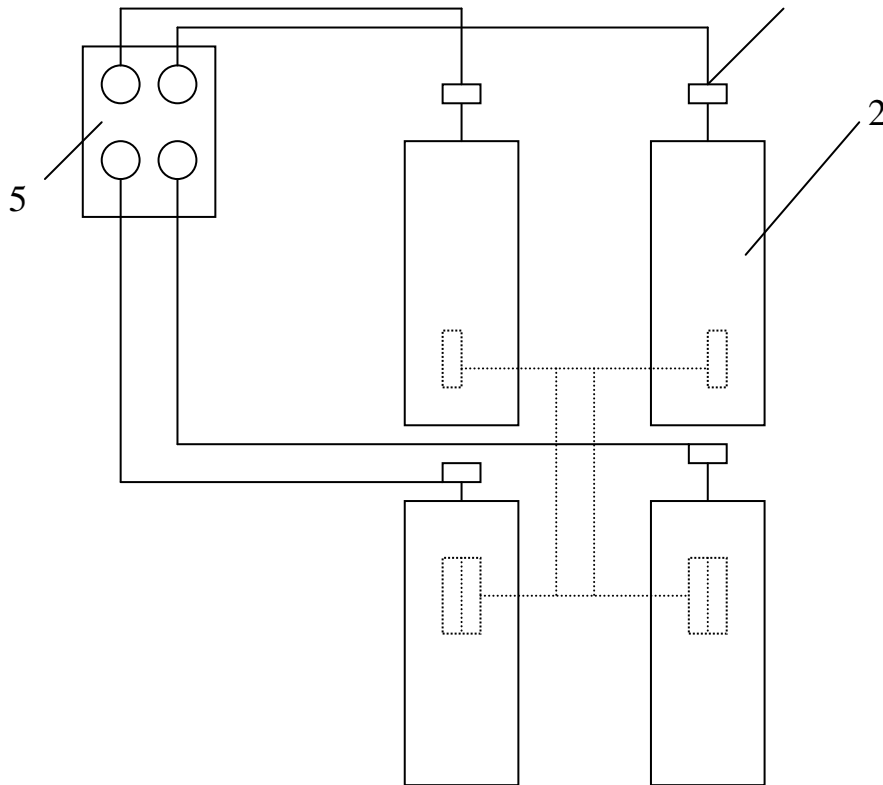
1. Автомобіль встановлюють колесами на барабани, зупиняють двигун. На повноопорному стенді підключають систему видалення відпрацьованих газів, запускають двигун. Під час випробувань тиск в пневмаприводі гальм повинен відповідати вимогам заводу-виробника. На автомобілях з гідровакуумним підсилювачем гальм двигун повинен працювати на мінімальних обертах холостого ходу.
2. Двигуном автомобіля (або електродвигунами) розкручують колеса до 50-70 км/год і різко натискають на гальмову педаль. Задану силу та інтенсивність натискування на педаль забезпечують, як правило динамометричним приводом.
3. Вимірюють число обертів кожної пари барабанів від швидкості 40 км/год до повної зупинки колеса.
4. Визначають шлях гальмування  $S_T$  кожного колеса, порівнюють його з нормативними параметрами і роблять висновки про працездатність автомобіля.

При наявності кутових деселеромірів і датчиків скрутного моменту вимірюють сповільнення  $j_z$  і гальмівні сили  $P_T$  на колесах.

На стенді під одну вісь повторюють вимірювання для інших коліс.

**Загальне діагностування гальмівних властивостей автомобіля на платформових стендах.**

3



- 1-колесо автомобіля;
- 2-платформа;
- 3-датчик переміщення;
- 4-пружина зворотня;
- 5-індикаторт гальмівної сили;

**6-коток.**

Стенд включає 4 рухомих платформи 2, з шерховатою поверхнею встановлених на котках 6. Кожна платформа обладнана зворотною пружиною 4 і має датчик переміщення 3 (рідинний, механічний, індуктивний) під дією гальмівних сил  $P_T$  кожна платформа одержує

переміщування пропорційне гальмівній силі відповідного колеса, яке фіксується індуктором.

Платформові стенди прості за конструкцією але результати діагностування залежить від стану поверхні платформи і точності заїзду.

***Технологія діагностування гальмівних властивостей автомобіля на платформових стендах.***

Автомобіль наїздить колесами на відповідні платформи інерційного стенду зі швидкістю 6-12 км/год і зупиняється при різкому гальмуванні. За допомогою індикаторів на пульті фіксують гальмівні сили кожного колеса, розраховують діагностичні параметри  $j_t$  і  $K_p$  порівнюють їх з нормативними значеннями і роблять висновки про працездатність автомобіля.

При випробуваннях автомобіля на силових платформових стендах переміщування платформ при гальмуванні виникають не під впливом інерції автомобіля, а завдяки тяговому конвеєру, що примусово пересуває автомобіль вздовж платформ.

Інерційні платформові стенди встановлюють на контрольно-технічних пунктах АТП і в зонах ТО-1, а силові на потокових лініях ТО-1, обладнаних конвейером.

### **Лекція №13.**

#### **Ходові властивості автомобіля. Основні причини їх погіршення в процесі експлуатації.**

До ходової частини автомобіля належать рама або кузов, підвіска, осі, колеса та шини.

Рама (кузов) повинні забезпечувати автомобілю міцність, надійність і правильність взаємного розташування усіх агрегатів і вузлів. Підвіска повинна поглашати поштовхи від нерівностей дороги, забезпечувати правильне кріплення мостів і коліс автомобіля (правильну його геометрію). Ходова частина повинна забезпечувати стійкість автомобіля на дорозі, безпеку руху, комфортність їзди.

В процесі експлуатації ходова частина автомобіля сприймає ударні навантаження і зазнає вібрацій. В результаті цього змінюються кути встановлення керувальних коліс погіршується їхня стабілізація, порушується їхня геометрія. Це утруднює рух керування автомобилем, збільшує витрати палива і спрацювання шин.

Діагностування ходових властивостей автомобіля здійснюють методами дорожніх і стендових випробувань шляхом оцінки вибігу стійкості руху автомобіля, загального стану керованої осі автомобіля. Стендові випробування здійснюють за допомогою стендів ходових властивостей автомобіля барабанного та платформового типів.

Дорожні випробування виконують на прямій рівній, горизонтальній ділянці дороги з твердим покриттям. Гальмові механізми коліс і трансмісія автомобіля повинні бути справними, тиск в шинах повинен відповідати нормі. Вибіг автомобіля  $S_v$  визначають за відомою методикою.

Оцінку стійкості автомобіля на дорозі виконують на тягових режимах та режимі нахату. При відпущеному кермі автомобіль повинен рухатись прямолінійно. Допускається незначне зміщення автомобіля вправо через нахил дорожнього полотна. Коливання та вібрації рульового колеса (керма) не допускаються.

#### **Діагностування ходових властивостей автомобіля.**

Ходові властивості, спрацювання шин витрати палива, керованість автомобіля у значній мірі залежить від взаємного розташування мостів, кутів установки керованих коліс (розвалу, сходження) поперечного та повздожнього нахилу шкворня, співвідношення кутів повороту коліс, технічного стану коліс, амортизаторів, підшибників.

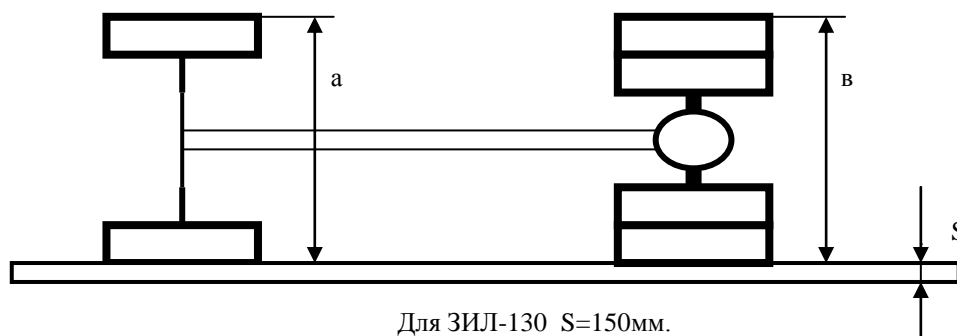
Вимірювання цих параметрів дуже складне і здійснюється в статистиці а не під час руху автомобіля. Тому при діагностуванні ходових властивостей автомобіля перевіряють вибіг автомобіля геометрію кузова та загальний стан передньої осі.

Правильність розташування мостів геометрії визначають за допомогою орієнтовної лінії, яку наносять фарбою на дорожньому покритті. Ширину лінії визначають за формулою:

$$S = \frac{b - a}{2};$$

Де:

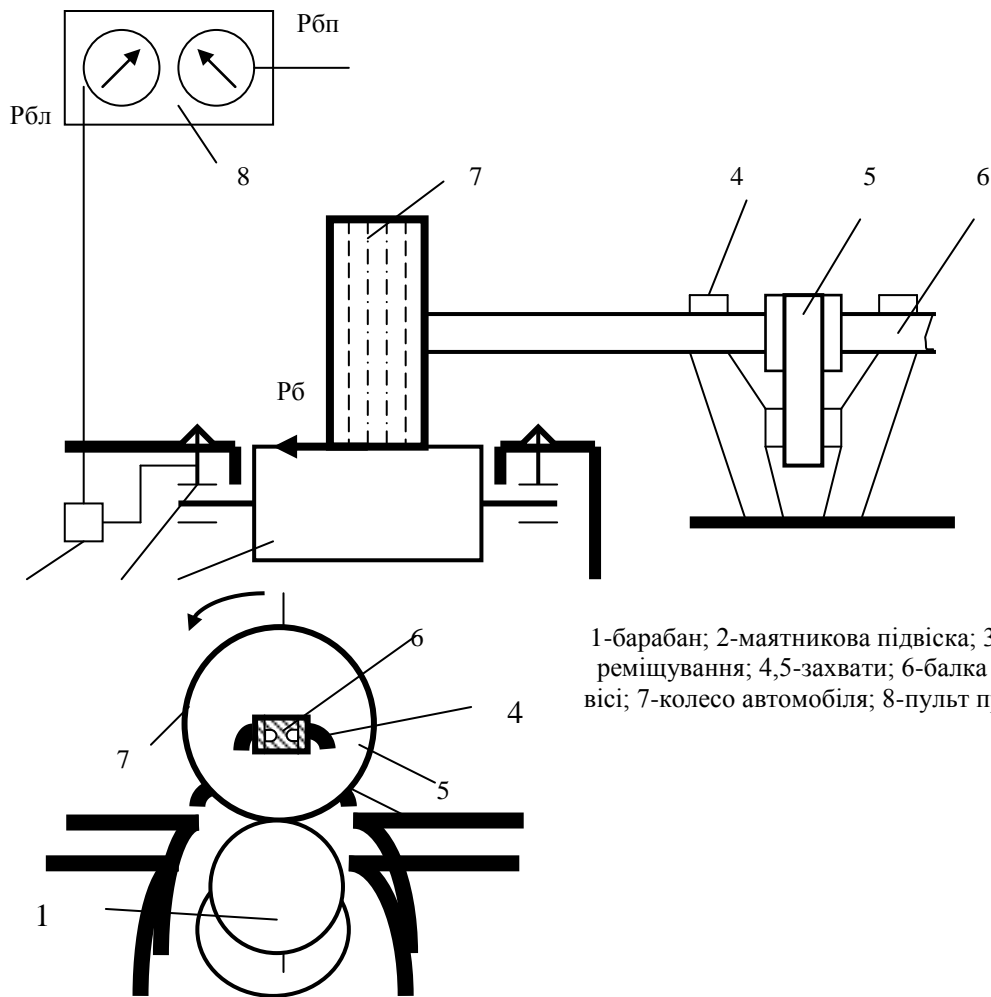
a і b – відстані між зовнішніми кромками протектора відповідно передніх і задніх коліс.



При випробуваннях водій направляє зовнішню кромку переднього лівого колеса по внутрішній кромці лінії. При правильному розташуванні мостів зовнішня кромка протектора заднього колеса котитиметься по зовнішній кромці орієнтовної лінії.

Загальний стан передньої осі перевіряється за допомогою інтегрального діагностичного параметра – бокової сили  $P_b$ , що виникає у плямі контакту колеса з опорою поверхнею. Величина бокової сили залежить в основному від сходження коліс може вимірюватись у динаміці і застосовуватись при регулюванні сходження коліс.

Для загального діагностування передньої осі автомобіля за величиною  $P_b$ , застосовують барабани та платформові стенди.  
Схема стенду з біговими барабанами.



1-барабан; 2-маятникова підвіска; 3-датчик переміщення; 4,5-захвати; 6-балка передньої вісі; 7-колесо автомобіля; 8-пульт приладів.

Стенд складається з двох барабанів 1, підвішених на маятниках 2, двох електродвигунів, розташованих всередині барабанів, пристрої для фіксації автомобіля на стенді 4,5, датчиків 3, індикаторів бокової сили.

При прокручуванні коліс автомобіля 7, що встановлені неправильно, у плямі їх контакт з барабанами 1 виникають бокові сили, які пересувають барабани в осьовому напрямку. Величина переміщення барабанів фіксується індуктивними датчиками 3, і у вигляді електричного сигналу передається на вимірювальний прилад пульта керування 8.

Стенд встановлюється на оглядовій канаві і надає можливість регулювати сходження коліс в динаміці за величиною бокової сили Рб.

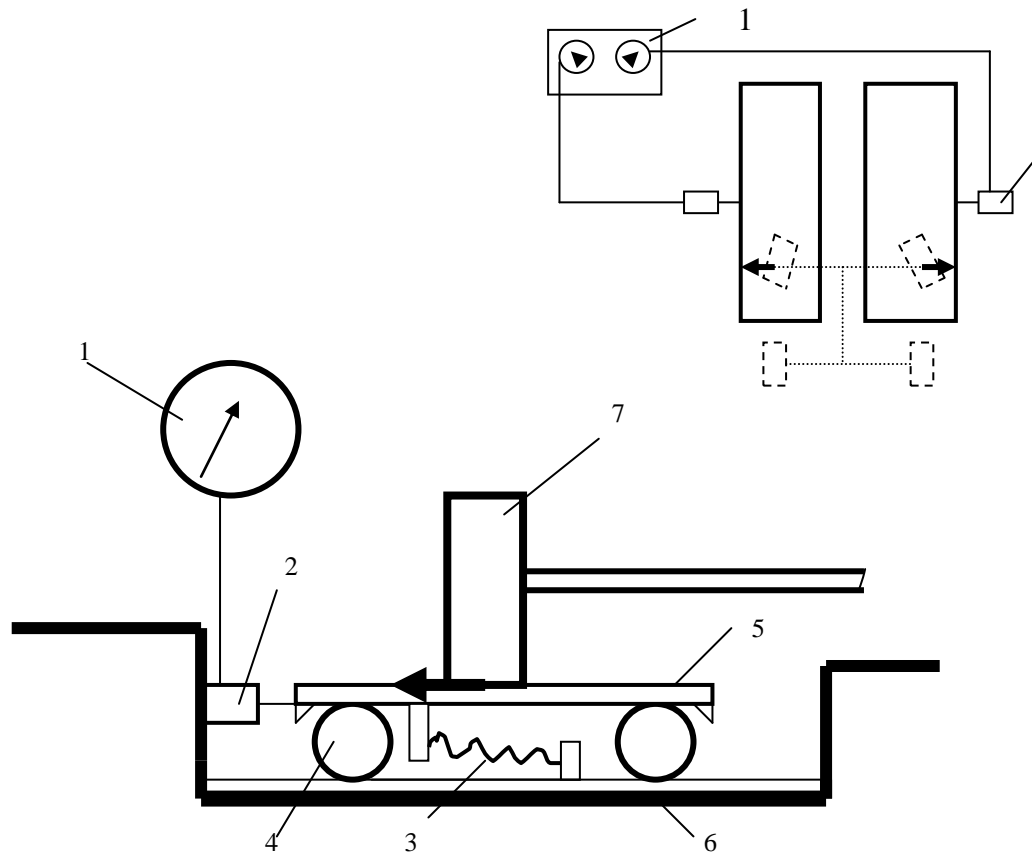
### ***Технологія діагностування передньої осі на барабанному стенді.***

1. Автомобіль встановлюють передніми колесами на барабани стенду, фіксують балку за допомогою захватів.
2. Вмикають електродвигуни прокручують колеса автомобіля барабанами і за допомогою рульового керування досягають рівності бокових сил на обох барабанах.
3. Якщо бокові сили не відповідають нормі, то оператор на ходу регулює сходження коліс (шляхом зміни довжини рульової тяги).

Значні коливання бокової сили та неможливість встановити однакові сили на обох барабанах вказує на биття коліс та шарнірах рульового приладу.

В чотирьох барабанах стендах (по два на кожне колесо) бокові сили вимірюють по осьовому переміщенню одного із барабанів або вимірювального ролика.

Схема платформового стенду для діагностування передньої вісі автомобіля.



- 1-вимірювальний прилад;
- 2-датчик переміщення;
- 3-пружина зворотня;
- 4-каток;
- 5-рухома платформа;
- 6-рейка;
- 7-колесо автомобіля.

Стенд включає дві рухомі платформи 5, встановлені контактами 4 на рейках 6. Кожна платформа обладнана зворотньою пружиною 3 і датчиками переміщення 2. Під дією бокових сил у плямі контакту шин з платформою останні одержують поперечні переміщення які приймаються датчиками 2 і фіксуються приладами 1.

Під час діагностування автомобіль з невеликою швидкістю прямолінійно проїздить передніми колесами по платформах. За допомогою вимірювальних приладів визначають величини бокових сил, порівнюють їх з нормативами і роблять висновок про технічний стан передньої осі.

Платформовий стенд має простішу конструкцію і застосовується для експертного діагностування передньої осі автомобіля

## Лекція №14

### Комплексне діагностування автомобіля на стенді Комбінованого типу.

Для комплексного діагностування тягово-економічних, гальмівних і ходових властивостей автомобіля існують комбіновані стенди. Вони створені, як правило, на основі інерційного стенду з біговими барабанами, оснащені приводним балансирним електродвигуном і роликом для вимірювання бокових сил.

Конструктивна схема комбінованого стенду.



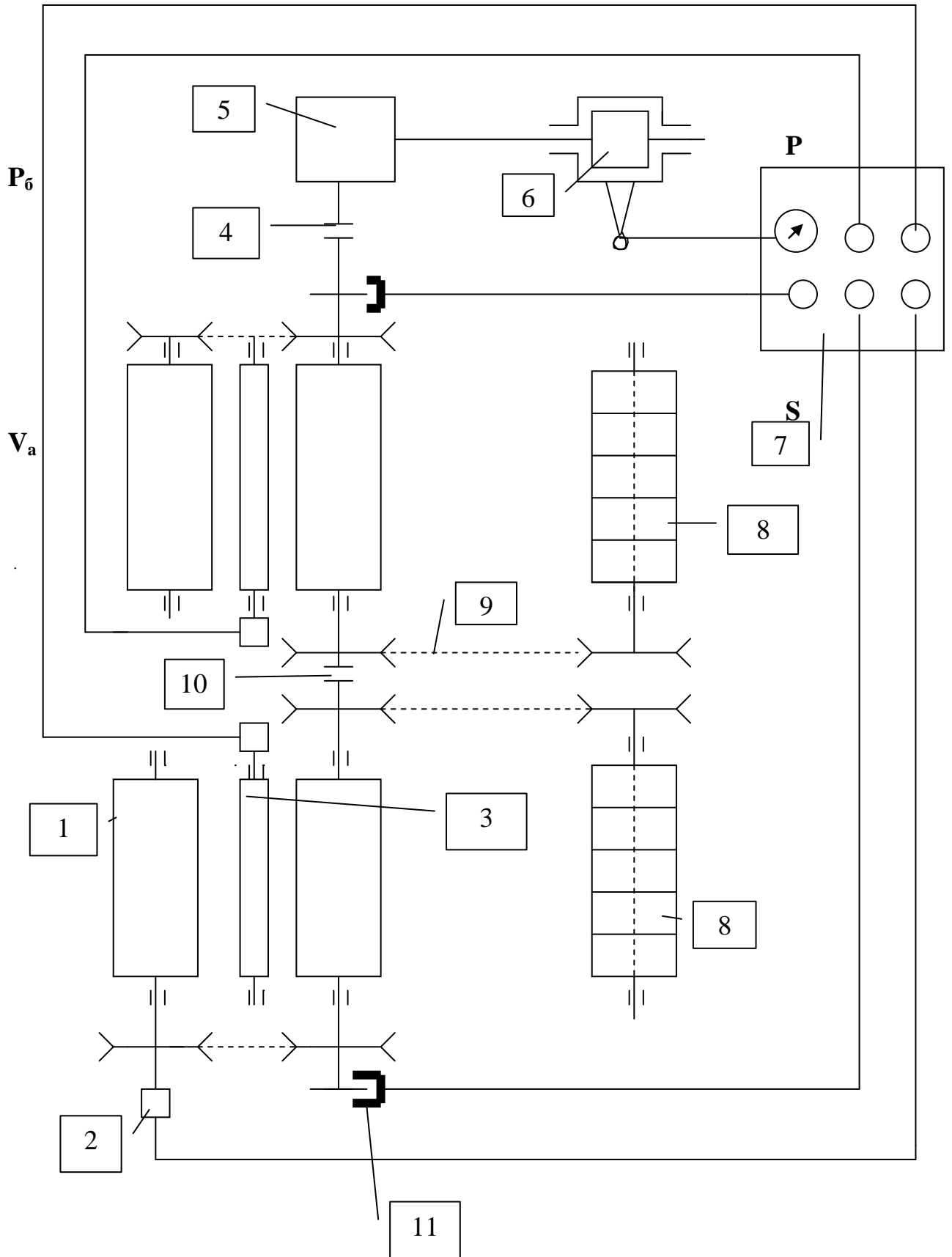


Схема комбінованого стенду.

1-Барабан; 2-Тахогенератор; 3-Ролик-датчик бокової сили; 4,10-Муфта роз'єднувальна; 5-Редуктор; 6-Привідний балансирний електродвигун; 7-Пульт приладів; 8-Маховик; 9-Ланцюгва передача; 11-Лічильник обертів.

Такі стенди застосовують при централізованому діагностуванню. Вони заощаджують виробничі площі і час на виконання загального діагностування автомобіля.

### **Технологія загального діагностування автомобіля на Комбінованому стенді**

1. Автомобіль встановлюють передніми керованими колесами на барабан, зупиняють двигун.
2. Перевіряють загальний стан передньої осі. Для цього піднімають ролики-датчики 3 для взаємодії з передніми колесами, з'єднують муфти 4 і 10. Вмикають електропривід 6, прокручують колеса автомобіля зі швидкістю до 25 км/год. Визначають биття коліс та величину бокових сил. При необхідності регулюють сходження коліс, опускають ролики-датчики.
3. Перевіряють ефективність передніх гальм. Для цього за допомогою електроприводу розкручують колеса автомобіля і маховики до швидкості 45 км/год і різко натискають на педаль гальма. Муфти 4 і 10 роз'єднуються, колеса зупиняються і за допомогою лічильників 11 вимірюють гальмовий шлях жного колеса.
4. Встановлюють автомобіль задніми ведучими колесами на стенд, зупиняють двигун.
5. Перевіряють опір прокручуванню трансмісії. Для цього з'єднують муфти 4 і 10 і вмикають балансирний електродвигун 6. Вимірюють силу опору коліс при необхідності покращують стан трансмісії.
6. Перевіряють гальма задніх коліс (таким же чином, як і передніх), а також ефективність стоянкової та допоміжної гальмових систем.
7. Оцінюють тягово-економічні властивості автомобіля. З'єднують муфту 10, роз'єднують муфту 4. Підключають систему видалення відпрацьованих газів, запускають двигун. Вимірюють шлях і час розгону автомобіля в заданому діапазоні швидкостей, витрати палива під навантаженням і на холостому ході.
8. Роблять висновок про можливість подальшої експлуатації автомобіля.

### **Загальне діагностування двигуна.**

Двигун є найбільш складним і важливим агрегатом, від стану якого залежать основні техніко-економічні показники автомобіля. В процесі експлуатації спрацьовування, засмічення і розрегулювання механізмів (КШМ, ГРМ) та систем (живлення, запалювання, охолодження, мащення) двигуна призводять до спадання його потужності, підвищення витрат палива і мастил, збільшення рівня стукоту і вібрації.

Загальний технічний стан двигуна оцінюють на підставі облікових даних (пробігу автомобіля, ремонту, заявок водіїв), огляду і пуску двигуна, а

також за загальними діагностичними параметрами ( потужністю , витратами палива , рівнем шуму ).

Зовнішнім оглядом двигуна перевіряють його комплектність , чистоту , виявляють сліди підтікання мастила , палива і охолодної рідини.

Двигун повинен легко запускатись стартером або рукояткою , стійко працювати на різних режимах без зайвого шуму і вібрації.

Потужність двигуна , витрати палива та рівень шуму перевіряють під час випробувань автомобіля на стендах з біговими барабанами або безстендовими методами.

### Вимірювання потужності двигуна на силових СТВ.

Потужнісні властивості двигуна визначаються зовнішньою швидкісною характеристикою , яка показує зміну потужності залежно від частоти обертання вала двигуна при повністю відкритому дроселі. При загальному діагностуванні визначають максимальну потужність двигуна при певній частоті обертання колінчастого валу.

Тут треба брати до уваги те , що реальна потужність двигуна  $N_p$  завжди менша ( приблизно на 3-5% ) від потужності  $N_e$  , зазначеної заводом-виготовлювачем . У процесі нормальної експлуатації фактична потужність двигуна  $N_{\phi}$  може знижуватись ( на 10-15% ) залежно від його технічного стану. Частина потужності  $\Delta N$  втрачається в агрегатах трансмісії , тому потужність на колесах  $N_k$  менша потужності двигуна  $N_{\phi}$  на величину  $\Delta N : N_k = N_{\phi} - \Delta N$  .

Витрати потужності в трансмісії оцінюють механічним ККД трансмісії  $\eta_{TP} = \frac{N_k}{N_{\phi}}$  , не вантажних автомобілів  $\eta_{TP} = 0.82 \dots 0.88$  , а для легкових  $\eta_{TP} = 0.88 \dots 0.92$  .

Таким чином , потужність на колесах автомобіля  $N_k$  не перевищує (65...70%) потужності двигуна , зазначеної заводом-виготовлювачем  $N_k = (0.65 \dots 0.7) N_e$  .

Марка АТЗ	Максимальна потужність дв. Вказана заводом $N_e$ ,кВт	Мін. Потужність на колесах $N_k$ ,кВт при $v_{MAX}$	Допуст. Потужність на колесах $N_k$ , кВт при $v_A = 50$ км/год .
КамАЗ-5320	154,4	100,4	62,5...66,0
ЗИЛ-130	110,3	71,7	51,5...55,1
ГАЗ-53А	84,5	55,1	40,0...43,4
МАЗ-500	132,4	86,0	57,4...62,5
ГАЗ-24	70,6	45,9	30,6...32,7

При діагностуванні двигуна на СТВ вимірюють силу тяги на колесах  $P_k$  при заданих швидкостях  $V_a$ , а потужність на колесах  $N_k$  розраховують за формулою :

$$N_k = \frac{P_k \cdot V_a}{3.6 \cdot 10^3}, \text{кВт.}$$

Потужність двигуна  $N_\phi$  на даному швидкісному режимі визначають за величиною  $N_k$  з урахуванням ККД стелу і трансмісії:

$$N_\phi = \frac{N_k}{\eta_{cm} \cdot \eta_{mp}}, \text{кВт}$$

СТВ постійного струму дають можливість виміряти  $P_k$  і  $P_f$  при однакових  $V_a$ . У цьому випадку можна розрахувати  $N$  і визначити потужність двигуна :  $N_\phi = N_k + N$ , кВт .

## Лекція №15

### Оцінка потужності двигуна.

Оцінка потужності двигуна дорожніми випробуваннями здійснюють при тих же умовах і вимогах, що і оцінку тягових властивостей автомобіля. Крім того, перед випробуваннями необхідно переконатись у правильному регулюванні зазорів в клапанах і контактах переривача випередження запалювання, карбюратора або ПНВТ.

Готовність автомобіля до випробувань визначають за температурою двигуна і трансмісії та величиною шляху вибігу  $S_v$ .

Потужність двигуна визначають за величиною максимальної швидкості, що розвиває автомобіль при максимальній подачі палива на мірній ділянці дороги довжиною 1 км. Для підвищення точності діагнозу швидкості розраховують за часом проходження автомобілем мірної ділянки у двох протилежних напрямках (беруть середнє арифметичне значення). Якщо автомобіль досягає максимальної швидкості вказаної заводом-виготовлювачем, то це означає, що двигун розвиває максимальну потужність. Допускається зниження максимальної швидкості автомобіля до 15%.

#### Визначення потужності двигуна безстендовим методом.

Ці методи побудовані на вимірюванні реакції двигуна на навантаження, що виникає з боку вимкнених циліндрів, або інерційних мас двигуна при їх розганянні.

## Методи виключення циліндрів.

**Під час випробувань виключення циліндрів здійснюють : у карбюраторних двигунах вимкненням запалювання у відповідних циліндрах , а в дизелях – припинення подачі палива в черговий циліндр.**

Найпростіший метод виключення циліндрів ґрунтується на вимірюванні падіння частоти обертання колінчатого валу двигуна  $\Delta n$  під дією опору почергового виключених циліндрів . Чим нижче потужність відключеного циліндра , тим менше падіння обертів колінвала. За величиною  $\Delta n$  визначають падіння потужності двигуна в % при відключенні кожного циліндра , та виявляють циліндри , що нерозвивають встановленої потужності .Потужність двигуна в цілому визначають шляхом додавання одержаних результатів,

Такі випробування зручно виконувати за допомогою автотестору К-484, який дає можливість почергово виключати циліндри карбюраторного двигуна (без відключення свічок запалювання ) і вимірювання величини падіння обертів  $\Delta n$  (об/хв ).

Цей метод не забезпечує достатньої точності , бо двигун при випробуваннях працює на неповних дроселях .Більш точні результати отримують при послідовному відключенні 3-х циліндрів 4-х циліндрового двигуна. Такий двигун може стійко працювати при максимальній подачі палива впрацюючий циліндр на обертах , трохи нижчих номінальних .За величиною цих обертів із таблиць визначають потужність працюючого циліндра (вона тим більша , чим вищі оберти колінвала ). Загальна потужність двигуна визначається додавання потужності усіх циліндрів .

Для діагностування двигунів з числом циліндрів більше 4-х застосовують парціальний і диференціальний методи , які є подальшим розвитком методу відключення циліндрів .

При парціальному методі двигун випробують частинами , але з повною цикловою подачею палива у працюючі циліндри.

Навантажуються робочі циліндри силами опору виключених циліндрів і частково гальмовими пристроями (підйомним механізмом самоскида , дроселем на випуску та ін. ). Потужність двигуна при парціальному методі визначають по групах циліндрів за величиною обертів двигуна . Це дозволяє одержати більший обсяг інформації , ніж при стендовому діагностуванні ( наприклад , виявити циліндри , що працюють найгірше ).

Диференціальний метод відрізняється від парціального тим , що замість часткового довантажування застосовується підкручування двигуна до номінального швидкісного режиму від стороннього джерела енергії з динамометричним пристроєм . Наприклад , для двигуна ЯМЗ-236 , працюючого на 2-х циліндрах , номінальна доля підкрутки становить 15%.

Недоліки цих методів є те , що вони не забезпечують потрібну точність вимірювання потужності двигунів , які нестійко працюють при виключенні циліндрів крім одного .

Важко , також , врахувати справжню потужність механічних втрат двигуна .

### **Метод визначення потужності двигуна за розгінною характеристикою.**

Метод визначення потужності двигуна за розгінною характеристикою ґрунтується на вимірюванні інтенсивності прискорення колінвала від мінімально стійкої частоти обертання до максимальної при повній подачі палива на холостому ході . Двигун навантажується силами інерції мас деталей , що рухаються. Для кожного двигуна ці маси є величиною постійною. Ефективний крутний момент двигуна при розганянні на холостому ході дорівнює реактивному моменту рухомих мас двигуна , приведену до осі колінвала :

$$M_E = I \cdot \frac{d\omega}{dt} , \text{ Нм}$$

Помножуючи обидві частини на кутову швидкість  $\omega$  , оержимо:

$$M_E \omega = I \frac{d\omega}{dt} \omega , \quad N_E = I \cdot \frac{n \cdot d\omega}{9500 \cdot dt} , \text{ кВт}$$

тут :  $N_E$  - потужність двигуна , кВт;

$I = \text{const}$  – момент інерції усіх рухомих частин двигуна приведений до осі колінвала ,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$  ;

$n$  - частота обертання колінвала двигуна , об/хв;

$\frac{d\omega}{dt}$  - кутове прискорення обертання колінчатого вала двигуна ,  $1/\text{с}^2$  ;

Із цієї формули видно , що для визначення потужності двигуна треба при різкому і повному відкриванні дроселя (висуванні рейки ПНВТ ) виміряти миттєву частоту обертання  $n$  і кутове прискорення  $\frac{d\omega}{dt}$  колінвала. Момент інерції двигуна  $I$  - величина стала .

Частота обертання колінвала  $n$  і кутове прискорення  $\frac{d\omega}{dt}$  вимірюють спеціальним електронним пристроєм . Потужність визначається миттєво і фіксується приладом у кВт.

### Загальне діагностування двигуна за рівнем шуму.

Шуми в працюючому двигуні виникають через стукіт корінних і шатунних підшипників , поршневих пальців , поршнів , клапанів , зубів шестерен , коливання газів у впускному і випускному трубопроводах , детонаційне згорання у карбюраторних двигунах . Така кількість джерел стукоту зумовлює виникнення суцільного акустичного спектра. При збільшенні зазорів у спряженнях рівень шуму працюючого двигуна зростає.

Основною характеристикою шуму слугує рівень звуку в децибелах , що вимірюється при роботі двигуна без навантаження і з навантаженням на відстані 0.2-0.3 м від його поверхні .

При збільшенні навантаження рівень шуму зростає на 5-10 дБ , а найбільший рівень шуму досягає в інтервалі частот 150-400 Гц.

Для акустичної діагностики використовують спеціальні шумоміри і аналізатори , що забезпечують вимірювання рівня шуму і його спектру . Основними елементами цих приладів є мікрофони , підсилювачі та індикатори , проградуєвані в децибелах.Рівень шуму автомобілів ,дБ.

Тип автомобіля	Початок виробництва до 01.01.1987	Початок виробництва після 01.01.1987
<b>Легкові автомобілі</b>	82	80
Автобуси з повною масою ,кг:	84	81
До 3500 включно	89	82
Понад 3500		
Вантажні автомобілі з повною масою , кг:		
До 3500 включно	84	81
Понад 3500	89	86

**Для порівняння :**

- тихий шепіт –10 дБ;
- цокання годинника -20 дБ;
- мова середньої гучності –60 дБ;
- шум поїзда метро –95дБ.

**Лекція №16**

**Види діагностування**

Діагностування забезпечує процеси обслуговування і ремонту автомобілів індивідуальною інформацією про їх технічний стан і тому є елементом системи ТО і ремонту транспортних засобів.

Робочий контроль технічного стану автомобілів здійснюють за допомогою вмантованого діагностування; щоденне обслуговування забезпечується контрольним оглядом на КТП,ТО-1 супроводжується комплексом діагностування Д-1,в-основному ,механізмів,а впроцесі виконання работ ТО і ПР застосовують супутнє діагностування Др.

При плановому діагностуванні Д-1 перевіряють справність гальм ,рульового керування, шин,приладів освітлення і сигналізації,а також кути встановлення керовних колес.На АТП Д-1виконують зперіодичністю ТО-1,а також як пісумкове діагностування після

виконання робіт ТО-1 і ТО-2 (щоб забезпечити випуск на лінію справних автомобілів).

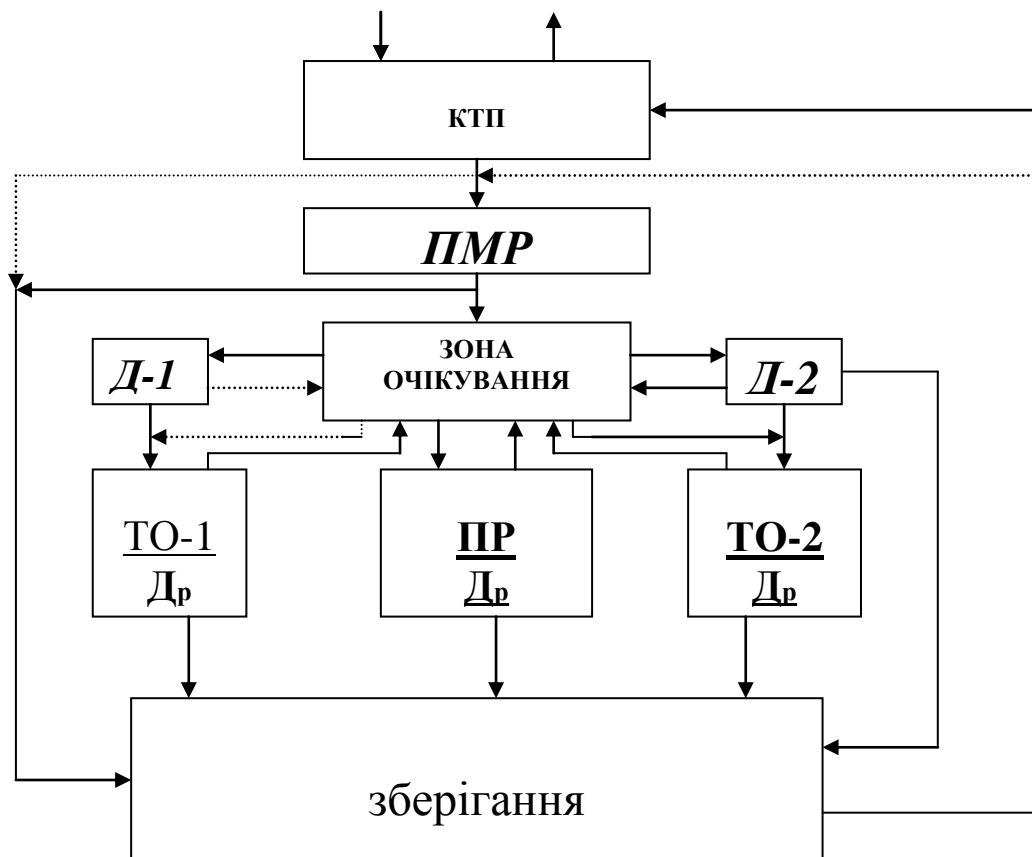
При плановому діагностуванні Д-2 перевіряють тягові властивості автомобіля, витрати палива, токсичність або димність відпрацьованих газів, оцінюють технічний стан агрегатів за величиною механічних витрат, витікань робочих рідин і газів, за вібрацією, рівнем шуму, стуком та іншими параметрами. Крім того, перевіряють стан ходової частини, рульового керування, електрообладнання, встановлення фар, порівнюють контрольні-вимірні приборів та інші.

Мета діагностування Д-2 - це пошук несправностей, які підлягають усуненню в зоні ПР перед виконанням ТО-2, а також визначення несправностей і регулювальних робіт, які допускається усувати і виконувати в процесі ТО-2. Регулювальні роботи невеликої трудомісткості виконують у процесі діагностування Д-2.

Діагностування Д<sub>р</sub> є додатковим технологічним видом діагностування, що виконується під час регулювальних робіт ТО і ПР на робочих постах за допомогою переносних приладів. Супутні контрольні-діагностичні операції Д<sub>р</sub> не замінюють Д-1 і Д-2.

### Місце діагностування в технологічному процесі ТО і ПР автомобілів на АТП

Найбільш типова форма організації діагностування на АТП середньої потужності має вигляд.





На великих АТП Д-1 і Д-2 об'єднують на одній дільниці, оснащених комбінованими діагностичними засобами (стендами).

На АТП середньої потужності дільниці діагностування Д-1 і Д-2 спеціалізують, а для виконання Др використовують дільницю Д-2 або пости ТО та ПР.

На крупних АТП додатково спеціалізують і Др.

Для позадорожних автомобілів і тих, що працюють у відриві від основних баз, діагностування виконують на місцях стоянки автомобілів, або в польових парках, використовуючі вмонтовані, безстендові, переносні та рухомі засоби.

### Місце діагностики в системі управління технічним станом автомобіля

Діагностика в АТП – це інформативно-контролююча підсистема в керуванні технічним станом транспортних засобів.

Вона дозволяє одержати конкретну інформацію про технічний стан конкретного автомобіля у відповідний момент часу. Ця інформація дозволяє вирішити основні питання підготовки виробництва, пов'язати з прогнозуванням технічного стану автомобіля, нормування режимів технологічних процесів, потреби в матеріалах, запасних частинах і трудозатратах.

Сучасні системи зовнішнього і вмонтованого діагностування забезпечують автоматизоване задавання тестових режимів, встановлення діагнозу, нагромадження і видачу діагностичної інформації як на робоче місце, так і в центр керування виробництвом.

Найвжливіша вимога до вмонтованого діагностування – це можливість керування режимами руху для забезпечення максимальної паливної економічності та безпеки перевізного процесу.

Вмонтована система діагностування виконує такі функції:

- у режимі службових гальмувань оцінює загальний стан гальм і при його погіршенні видає інформацію на світовий індикатор;

- у режимі екстрених гальмувань оцінює і запам'ятовує ефективність гальмівних якостей, при необхідності обмежує швидкість руху звуковим сигналом;

- окремо оцінює основні системи карбюратора і двигуна і при погіршенні їхньої роботи видає інформацію на світові індикатори;

- визначає і видає на індикатор усереджену кількість витрат палива в л/100 км, що дає можливість водієві вибирати економічні режими руху та ін.

Діагностична інформація дає змогу контролювати якість технологічних процесів ТО і ремонту автомобілів. В процесі діагностування на робочому місці заповнюють одноразові карти, а в центрі керування виробництвом – нагромаджувальні таблиці по автомобілях і агрегатах.

Діагностичні карти призначені для обліку результатів діагностування і контролю за виконанням технічних дій.

## Лекція №17

### Метрологічне забезпечення діагностичних робіт

Під метрологічним забезпеченням розуміють комплекс наукових основ і організаційних заходів, технічних засобів, правил і норм, необхідних для одержування потрібної точності вимірювань.

Технічна діагностика передбачає вимірювання, контроль і випробування. Вимірювання - це визначення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Контроль - встановлення відповідності заданому допуску. Випробування - відтворення в заданій послідовності граничних навантажень, вимірювання реакції об'єкта на ці дії і реєстрація цих реакцій.

Метрологічне забезпечення випробувань більш складне, ніж вимірювань, бо при випробуваннях треба ще й деякий час і з точністю відповідний тестовий режим.

Вимірювальна апаратура повинна гарантувати задану точність вимірювань, стабільність показань, необхідну швидкість і чутливість. При діагностуванні автомобілів необхідно забезпечувати таку точність вимірювань:

- потужності, крутного моменту двигуна і витрат палива  $\pm 0.5\%$ ;
- частота обертання колінвала і температури навколишнього повітря  $\pm 1.0\%$ ;
- атмосферного тиску  $\pm 1$  мм рт.ст.;
- витрат повітря  $\pm 2\%$ ;
- прориву картерних газів  $\pm 3\%$ ;
- температури відпрацьованих газів  $\pm 20^\circ\text{C}$ .

Залежно від точності вимірювань прилади поділяють на зразкові і робочі. Зразкові прилади мають високу точність і чутливість, але в важких умовах роботи втрачають стабільність і швидко виходять з ладу. Тому вони слугують еталонами при перевірці і градуванні робочих вимірювальних приладів.

Вимірювальні системи складаються з первинних, проміжних і кінцевих елементів. До первинних належать датчики і приймачі. Датчики перетворюють одну фізичну (неелектричну) величину в другу, електричну. Приймачі передають вимірювану величину без перетворення (наприклад, тиск масла).

Датчики поділяють на чотири основних типи :

- 1) датчики опору (реохордного типу або тензодатчики);
- 2) індуктивні, індуктивність яких змінюється під впливом вихідного переміщення;

3) п`езометричні,що ґрунтуються на використанні п`езоефекта при стисненні або розтягуванні кварцу ,турмеліну,семетової солі,тита-нату барію;

4) фотоелектричні,що перетворюють світлову енергію в електричну.

Проміжні елементи передають фізичні величини по вимірювальному ланцюгу від первинних до кінцевих елементів (підсилювачі,педатково-помножувальні механізми).

Кінцеві елементи перетворюють сигнал в певний вид інформації з безперервним або дискретним вираженням (самописці,осцилографи,пожчики,лічильники).

Підсилювачі бувають змінного, постійного струму та на носійній частоті .

Підсилювачі змінного струму прості,мають стабільні характеристики ,але мають вузьку смугу пропускання (20 Гц...10 кГц).Підсилювачі постійного струму мають широку смугу пропускання (до 200 кГц),але їх характеристики недостатньо стабільні при різних температурах,вологості та швидкості повітря.

Найбільш універсальні на носійній частоті.

### **Порядок обслуговування та повірки діагностичних приладів.**

Складовою частиною метрологічного забезпечення є повірка,яка буває п`яти видів:

1. Первинна,яку здійснюють при виробництві засобів діагностування та уведенні їх в експлуатацію;
2. Періодична,яку виконують у споживача згідно з графіком,затвердженим згідно з територіальним органом Держстандарту;
3. Позачергове,що здійснюється після тривалого зберігання,після пошкодження клейма або при втраті документа про перевірку;
4. Експертна,призначена для вирішення спірних питань з несправності ЗТД,придатності його до використання;
5. Інспекційна,що здійснюється у порядку держнагляду і відомчого метрологічного контролю за станом ЗТД.

## Нормативи трудомісткості і періодичності повірок ЗТД

Обладнання	Трудомісткість , люд.год.		Міжповірочні інтервали,міс.
	Первинної повірки	Періодичної повірки	
Газоаналізатори “Інфраліт”	13.3	7.4	
Стенди тягових властивостей К-485,К-409М	40.3	22.4	12
Стенди гальмівних властивостей К-298М,К-496, Мотекс-7518	28.8	16	12
Стенди для перевірки кутів встановлення коліс К-111, ПКО-1, Оптіконт 2314	29	16	12

Підсистема метрологічного забезпечення передбачає:

- наявність відомчої повірочної служби з відповідним обладнанням і НТД;
- планування робіт метрологічного обслуговування ЗТД;
- підготовку виробничого персоналу до виконання технічних вимірювань, повірки, ремонту і налагодження ЗТД;
- організацію і проведення відомчого метрологічного контролю за станом і застосуванням ЗТД;
- організацію і проведення метрологічної атестації і повірок ЗТД;
- організацію оперативного обміну, зберігання і ремонту ЗТД.

В результаті періодичних оглядів , перевірки на функціонування, повірки приймають рішення про необхідність проведення ремонту (поточного, середнього або капітального) продовження експлуатації або списання ЗТД.

Засоби , що не відносяться до вимірювальних приладів або випробувального устаткування, повірці не підлягають . За результатами огляду може бути прийняте рішення про списання ЗТД.

Поточний, середній або капітальний ремонт ЗТД доцільно здійснювати в стаціонарних умовах в спеціалізованих лабораторіях (майстернях). В цих лабораторіях виконують, також, після ремонтну повірку ЗТД.

Особливістю експлуатації ЗТД є необхідність перевірки їх безпосередньо на АТП. При цьому уряді випадків суміщують перевірку з ремонтними і регулювальними роботами. Для цього розроблено ряд рухомих повірочних лабораторій на базі ВАЗ-2104, ИЖ-2715, ЕрАЗ-762 та інш.

Як правило, лабораторії комплектують зразковими вимірювальними приладами і пристроями, комплектом запчастин, інструментів і приладів (ЗІП), матеріалами для перевірки, ТО і ремонту ЗТД. Лабораторії для ремонту ЗТД додатково оснащують ремонтною апаратурою і спеціальним робочим місцем.