

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕОРИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ*

А. Н. ОСТРОВЦЕВ

(Поступила 4 марта 1974 г.)

Представлена проф. д-р З. Леван

1. Состояние развития теории и эксперимента

Теория и её методы совместно с информацией является единственным средством решения задач конструирования на начальной стадии проектирования.

Из-за недостаточной точности расчетных методов широкое развитие в промышленности и научных институтах получили экспериментальные методы: сопоставление, доводки и контроль новых конструкций в стендовых и дорожных условиях.

Эти дорогие и трудоемкие методы, необходимые для того, чтобы обеспечить высокое качество новых конструкций, не потеряли своего значения и в настоящее время, однако возникла естественная потребность заменить их, где только возможно, теоретическими, расчетными методами, а экспериментальные методы видоизменить, приспособив их к новым задачам.

Широкое развитие новых разделов математики и накопленный опыт помогли совершенствовать проектировочные методы расчета, повысить их точность, использовать при конструировании новых моделей *для надежного прогнозирования и оптимизации всех показателей эксплуатационных качеств на стадии проектирования.*

Широкое применение вычислительной техники (ЭВМ) увеличило возможности применения теоретических методов и производство сложных расчетов при проектировании.

Вместе с тем накопленный опыт, широкое внедрение ЭВМ в оперативную работу КБ и лаборатории в свою очередь поставили ряд новых задач перед теорией и экспериментированием; потребовался и стал возможным новый подход к основам теории и методам исследования. Основные черты этого нового подхода изложены нами в ряде опубликованных статей (1), (2), (3). В настоящей статье речь идет *об основах построения теории рабочих процессов, ее месте и ее значении в общей теории автомобиля.*

* Статья была прочитана в форме лекции на Кафедре автомобилей БТУ, 15 октября 1973 г. при пребывании автора на кафедре.

2. Исходные положения теории рабочих процессов, цели и задачи

Теория рабочих процессов, так же как и теория эксплуатационных свойств и теория надежности, является составной частью теории автомобиля [4]. Это обстоятельство определяет необходимость разработки теории рабочих процессов на общих для всех частей теории автомобиля исходных принципах и в единой системе.

Основные положения теории рабочих процессов функциональных систем органически вытекают из принципов, которые приняты автором при разработке теории эксплуатационных свойств [1] и общей теории надежности [2].

В приведенных зависимостях нашли отражение главные задачи, которые поставлены перед теорией, и применен системный подход к их решению. К таким задачам в теории автомобиля, в которых заинтересовано как производство, так и эксплуатация, относятся обеспечение прогрессивных показателей качества автомобиля. Следовательно, выявление закономерностей связи измерителей качества с причинами (факторами), от которых зависят их численные значения является основной проблемой, главной целью, решению которой подчинены все области теории, в том числе и рассматриваемой области — теория рабочих процессов.

Общеизвестны требования, которые предъявляются в настоящее время к повышению качества всех изделий промышленности. Однако, в настоящее время количество показателей всесторонне оценивающих качества, как по машине в целом, так и комплектующими изделиями, явно недостаточно. В ряде случаев эти показатели не отвечают мировому уровню технического прогресса.

В связи с этим важнейшим направлением научно-технического прогресса и задачами развития теории являются: выбор и обоснование необходимого и достаточного числа критериев и численных значений их измерителей; нормирование показателей качества как по единичным, так и обобщенным показателям на стадии проектирования; осуществление комплексного подхода при оценке качества с позиций производства и эксплуатации по всей цепочке производственной кооперации как по «вертикали», так и по «горизонтали». Только с помощью показателей качества, используя для оценки критерии и измерители качества, можно управлять уровнем технического прогресса и контролировать его.

Рассматривая приведенные в работах автора [1], [2], [3] выражения, связывающие измерители качества с внутренними и внешними причинами (факторами), от которых они зависят, отметим характерные особенности этих выражений.

а) В левой их части находятся зависимые переменные — измеритель эксплуатационных свойств автомобиля и эксплуатационной долговечности

элементов функциональных систем, которые используются для оценки качества.

б) В правой части помещены две группы независимых переменных. Одна группа величин характеризует потенциальные свойства функциональных систем автомобиля, вторая группа — характеризует все эксплуатационные факторы, в условиях которых автомобиль выполняет свои рабочие функции.

в) Потенциальные свойства включают два вида величин — постоянные, характеризующие конструкцию, и переменные, характеризующие рабочие процессы.

г) Существует различие в независимых переменных, определяющих потенциальные свойства, от которых зависят эксплуатационные свойства автомобиля (K_n, V_x) и потенциальные свойства, от которых зависит эксплуатационная долговечность и надежность функциональных систем ($K_n, \Sigma R, M, C_p, T_T$).

Таким образом, в теории рабочих процессов определились два четко выраженных направления: одно посвящено закономерности формирования *выходных характеристик функциональных систем*, от которых зависят все эксплуатационные качества автомобиля; второе — формированию, *стойкости-сопротивляемости* конструкций разрушению и возникновению других явлений (в рабочих процессах), от которых зависит долговечность и надежность функциональных систем и их элементов. Необходимо подчеркнуть, что *эти две задачи надо решать в процессе проектирования совместно*, они связаны через режимные условия работы функциональных систем.

3. Системный подход и построение теории

Системный подход заключается в принятии единых исходных принципов к построению всех разделов теории автомобиля.

В основу исходных принципов положено представление об однозначной связи измерителей эксплуатационных свойств автомобиля с потенциальными свойствами функциональных систем автомобиля (внутренними причинами) и свойствами различных эксплуатационных факторов (внешними причинами).

Все свойства рассматриваются в единой системе — модели, которая символически выражена следующей цепочкой функционально взаимодействующих объектов:

автомобиль \longleftrightarrow водитель \longleftrightarrow объект транспортировки \longleftrightarrow внешняя среда (дорожная, атмосферно-климатическая) \longleftrightarrow нагрузка \longleftrightarrow режим движения.

Эта система определяет границы, в которых рассматриваются причинно-следственные связи, раскрываемые в теории и исследуемые экспериментальными методами.

Системный подход основан на независимости оценки свойств функциональных систем автомобиля и свойств эксплуатационных факторов. Это позволяет критически оценивать различные их комбинации с помощью ЭВМ и находить оптимальные конструктивные решения при различных эксплуатационных условиях. Такой подход создает надежную основу для прогнозирования и нормирования показателей качества новых конструкций на стадии проектирования.

Теория рабочих процессов при системном подходе посвящена преимущественно анализу внутренних факторов, закономерностям кинематических и динамических связей в рабочих процессах, выбору конструктивных параметров, свойств материалов и внутренней среды, определению режимных условий работы элементов системы, от которых зависят потенциальные свойства функциональных систем, значения выходных характеристик и надежность конструкции — это основные задачи теории рабочих процессов.

Необходимо отметить, что выделение особой роли *потенциальных свойств* функциональных систем автомобиля способствует облегчению выявления истинных причин недостатков в конструкциях и нежелательных явлений в рабочих процессах, снижающих показатели эксплуатационных качеств, а также способствует созданию хорошей основы для получения высокого качества конструкций во всем диапазоне эксплуатационных условий.

Рассмотрим, что мы понимаем под потенциальными свойствами, что их определяют, т. е. через посредство каких величин и их характеристик они связаны с внешними — эксплуатационными факторами и измерителями эксплуатационных качеств, при каких условиях производить оценку потенциальных свойств.

4. Потенциальные свойства — принципы независимости свойств

«Потенциальные свойства» — понимаются нами как совокупность внутренних свойств, присущих изделию и независимых от внешних эксплуатационных факторов. В этом и заключается принцип независимости. Поясним понятие «потенциальные свойства». Термин «свойства» в данном случае применяется в общепринятом смысле, т. е. свойство — это проявление изделия в процессе выполнения рабочих функций. Дополнение «потенциальные» отражает то обстоятельство, что эти свойства заложены при конструировании и производстве изделия, с этими свойствами каждое изделие испытывается и поступает в эксплуатацию. Реализация потенциальных свойств в эксплуатации зависит от эксплуатационных условий, управления автомобилем водителем и автоматами. Потенциальные свойства систем «раскрываются»

* Потенциаль — скрытые (неявные) возможности (свойства) для каких-либо действий, в данном случае для выполнения рабочих функций

ся» в процессе выполнения рабочих функций. Полностью потенциальные свойства каждого рабочего органа и функциональных систем в целом могут и должны быть раскрыты при теоретических и экспериментальных исследованиях в процессе проектирования. С помощью этих исследований должна быть произведена доводка конструкции, вскрыты резервы и осуществлено прогнозирование эксплуатационных свойств и эксплуатационной надежности для различных условий эксплуатации.

Введение понятия потенциального свойства, нормирование показателей этих свойств с достаточной полнотой на стадии проектирования, использование потенциальных свойств в теории и при экспериментировании позволит избавиться в ряде случаев *от неопределенности*, которая неизбежно присутствует при исследовании и анализе сложных моделей, включающих автомобиль, водителя и дорогу и пр. Если каждая система и подсистема автомобиля и внешние эксплуатационные факторы (включаемые в модель) не выражены объективными исчерпывающими и, главное, независимыми характеристиками и измерителями, то это неизбежно приводит к частным решениям, затрудняет анализ и обобщение большого потока исследовательской информации, вызывает перегрузку учебной литературы, затрудняет проведение оптимизации и прогнозирования показателей качества новых прогрессивных конструкций.

Потенциальные свойства определяются конструкцией и рабочими процессами, совершающимися в функциональных системах.

А) *Потенциальные свойства, определяющие эксплуатационные свойства автомобиля*

Рабочие процессы, протекающие в рабочих органах и в функциональных системах в целом, характеризуются и оцениваются выходными характеристиками. С помощью выходных характеристик рабочего процесса агрегатов, систем осуществляется связь рабочего процесса агрегата, системы с эксплуатационными свойствами автомобиля.

В качестве выходной характеристики применяется либо характеристика протекания одной физической величины при изменении другой, либо характеристика величин производных, включающих несколько одновременно изменяющихся физических величин.

Выходные характеристики рабочих процессов присущи каждому агрегату, системе, механизму, прибору и т. д. Они являются его «паспортом». Количество выходных характеристик у каждого агрегата, системы может быть различным в зависимости от их конструкций и от того, какие эксплуатационные свойства формирует рабочий процесс данного агрегата, системы. Для более полной оценки эксплуатационных свойств и обеспечения надежного их прогнозирования возникает необходимость в увеличении количестве

выходных характеристик и уточнении существующих. Например, продолжительное время ограничивались для двигателя в качестве выходных характеристик характеристиками максимальной мощности и крутящего момента, дроссельными характеристиками на установившихся режимах и характеристикой удельного расхода топлива. В настоящее время общепризнано, что эти характеристики не отражают в достаточной мере динамику автомобиля и топливную экономичность в эксплуатационных условиях. Необходимо иметь также в качестве выходных — характеристики мощности двигателя на неустановившихся режимах и соответствующие характеристики расхода топлива. Кроме того, надо иметь выходные характеристики двигателей для различных разреженностей воздуха и температур, учитывая, например, возможность работы автомобиля в высокогорных условиях.

В редукторах и преобразователях выходные характеристики должны отражать два главных свойства конструкции: 1. преобразующие свойства и 2. характеристику потерь, т. е. характеристику коэффициента полезного действия. Эти характеристики, однако, не являются в ряде случаев исчерпывающими. Например, важным свойством гидромеханических преобразователей, определяющим плавность движения легкого автомобиля, является характер изменения крутящего момента при переходе с одной ступени на другую. Характеристику переходных режимов в процессе включения, переключения, выключения на выходном вале следует считать также выходной.

Выходная характеристика агрегата, системы является выражением рабочих процессов всех звеньев системы, в ней отражены все особенности передаточных функций начального, промежуточного и замыкающего звена агрегата системы.

Выходные характеристики вместе с конструктивными параметрами являются средством оценки потенциальных свойств функциональных систем и в силу этого должны нормироваться на стадии проектирования и быть основным объектом анализа в теории рабочих процессов и при экспериментальных исследованиях. Поскольку в автомобиле имеются функциональные системы различного назначения, естественно для каждой системы выходные характеристики будут различны, и для их определения в теории рабочих процессов применяется различная схематизация — модель. Принимая выходные характеристики как результат сочетания рабочих процессов, совершающихся в отдельных самостоятельных по назначению частях системы, необходимо ответить на вопрос, как учитывать а) Что система (и её части) может работать практически на различных режимах: установившихся, неустановившихся и переходных. б) Имеет место различный «вход» в систему, предопределяющую работу функциональной системы на режимах различной интенсивности. в) Тот случай, когда «вход» в функциональную систему не согласовывается с возможностью потенциальных свойств (тяжелые дорожные, высокогорные условия), а также в том случае, когда выходные характеристики не могут

быть реализованы по условиям взаимодействия выходных характеристик и свойств внешних факторов: г) Связь потенциальных свойств нескольких функциональных систем, если они совместно влияют на измерители эксплуатационных свойств. д) Взаимосвязь рабочих процессов, выходных характеристик и надежности конструкции.

Дальнейшее изложение предназначено частично ответить на эти вопросы.

Основной задачей при исследовании и оценке потенциальных свойств является определение всей совокупности диапазонов выходных характеристик каждого элемента и системы в целом, на постоянных, неустановившихся, переходных режимах, вплоть до предельных, которые определяют границы допустимой или возможной работы изделия до частичной или полной, временной или постоянной потери рабочих функций. Таким образом, ставится задача в процессе проектирования определить необходимую плотность диапазона (семейство) выходных характеристик и ступенчатость их изменения. Выбор режимов воздействия и свойств внешней среды производится в зависимости от назначения объекта, системы и тех измерителей эксплуатационных свойств, которые нормируются в процессе выдачи технических условий и проектирования конструкций изделия.

Может оказаться, что диапазон выходных характеристик, определяющий потенциальные свойства, недостаточен для получения желаемого уровня эксплуатационных качеств и требуются изменения конструкции; поэтому особенно важно в процессе проектирования согласовать диапазон потенциальных свойств во всем диапазоне эксплуатационных условий, отразив это в техническом задании на проектирование и в ТУ.

Отклонения в физико-механических свойствах конструкционных материалов и внутренних рабочих сред, в производственных образцах за счет технологии и производства вызывают неоднородность продукции производства и, как следствие, колебание диапазона выходных характеристик. Эти отклонения необходимо особо учитывать в первую очередь при оценке предельного состояния конструкций и рабочих процессов, а также при выборе степени и характера резервирования, в целях сохранения производительности и обеспечения безопасности движения в различных условиях эксплуатации. Если агрегаты, узлы, механизмы устанавливаются на различные модели автомобилей, например, в порядке унификации, то они несут с собой и присущие им потенциальные свойства. Следует подчеркнуть, что потенциальные свойства агрегатов могут быть совершенно одинаковыми с точки зрения их влияния на измерители эксплуатационных свойств и вместе с тем существенно различны по показателям качества долговечности и надежности конструкций в тех или иных условиях эксплуатации.

Потенциальные свойства функциональных систем определяются потенциальными свойствами взаимодействующих агрегатов, узлов и т. п., встро-

енных в эти системы. Потенциальные свойства автомобиля определяются потенциальными свойствами функциональных систем — одной или нескольких в зависимости от того, какие эксплуатационные свойства мы рассматриваем и какие системы участвуют в их формировании. Поэтому необходимо исследовать как независимое, так и совместное их воздействие.

Диапазон возможной реализации потенциальных свойств определяется максимальными и минимальными значениями выходных характеристик и законом их распределения. Выходные характеристики во всем диапазоне зависят только от потенциальных свойств агрегатов системы, их передаточных функций, и не зависят от «входа», т. е. от воздействия внешних факторов различной интенсивности и характера и изменения.

Промежуточные значения выходных характеристик агрегатов зависят только от потенциальных свойств, но уровень численных значений выходных характеристик определяется: а) эксплуатационными условиями, проявляющимся в режимном воздействии на «входе» функциональных систем; б) регулированием рабочих процессов. Некоторые органы функциональных систем в силу особенностей их рабочих процессов практически «безинерционны» в основной рабочей зоне, например, гидротрансформаторы; таким образом уровень численных значений выходных характеристик гидротрансформатора на установившихся режимах может быть практически использован и при оценке выходной характеристики трансмиссии на неустановившихся режимах (кроме начального-переходного).

Связи потенциальных свойств нескольких функциональных систем и формирование обобщенных потенциальных и эксплуатационных свойств автомобиля осуществляются также через выходные характеристики этих систем.

Например, управляемость формируется в двух функциональных системах автомобиля: рулевом управлении и системе — кузов-ходовая часть. Причем, каждая система характеризуется несколькими выходными характеристиками, взаимодействующими с выходными характеристиками другой системы. Однако, действия систем не синхронны по времени и различны по результатам. Одни проявляются только в определенном диапазоне скорости (шимми), другие не оказывают влияния на измерители управляемости и определяют лишь граничные условия. Предельное состояние возникает при переходе из зоны устойчивого движения в зону неустойчивого, но еще управляемого, а затем переход к неустойчивому.

Должна быть проверена возможность возникновения граничных условий эксплуатации и соответствующих им предельных состояний конструкций и рабочих процессов, при которых нарушается частично или полностью, временно или постоянно выполнение рабочих функций систем.

Рассматривая эксплуатационные свойства управляемости автомобиля в свете изложенных выше особенностей формирования потенциальных и

эксплуатационных свойств, необходимо отметить, что водитель является третьим действующим звеном (с обратной связью) в сложных процессах управления. Действия водителя связаны косвенно с поведением пассивной (инерционной) системы кузов-ходовая часть, при этом он пользуется активной управляемой системой — рулевым управлением, находящейся под его постоянным контролем. В этих условиях очень важно определить не только работу одновременно двух систем (их потенциальные свойства), но и сопоставить результаты взаимодействия с состоянием и поведением водителя.

Выходные характеристики функциональных систем, нормируемые в численном выражении, должны служить исходными материалами при формировании потенциальных свойств в процессе проектирования новых и модернизации существующих конструкций. Эти характеристики должны использоваться и в целях прогнозирования эксплуатационных свойств автомобиля для различных условий эксплуатации, определяемых классификацией.

Не все потенциальные свойства могут быть управляемы и изменены в любых условиях по желанию водителя; например, стабилизация управляемых колес, стабильность тормозной системы, работа ходовой части автомобиля и др. Это должно быть учтено при проектировании.

Свойства неуправляемых систем должны оцениваться и нормироваться соответствующими измерителями как потенциальные свойства, присущие функциональным системам и, вместе с тем, как свойства, характерные, присущие автомобилю в целом.

Оператор, воздействуя на выходные характеристики функциональных органов автомобиля, изменяя режим работы агрегатов и систем, скорость и направление движения, может управлять в определенных пределах измерителями эксплуатационных свойств, реализуя в той или иной мере потенциальные свойства.

Следовательно, важным является:

а) оптимизация действия водителя и автоматов в целях получения оптимального численного значения измерителя эксплуатационных свойств на возможно большей части пути;

б) определение критического состояния границы диапазона, при котором исчерпаны резервы, определяемые потенциальными свойствами, и оператор не может управлять автомобилем. Это может привести к потере надежности автомобиля и безопасности движения, вызвать аварийную ситуацию;

в) воздействие на потенциальные свойства на первой стадии эксплуатации и после различных эксплуатационных воздействий (приработка, обкатка после ремонта автомобиля, агрегата), с целью их сохранения, стабилизации и улучшения.

Б) *Потенциальные свойства, определение долговечности и надежности функциональных систем и их элементов*

Теория рабочих процессов весьма тесно контактирует с общей теорией надежности. Рассмотрим, как отражена эта связь в потенциальных свойствах, от которых зависят показатели долговечности и надежности.

Нагрузочные, температурные и др. режимы (ΣR) рабочих процессов определяют условия работы механической части конструкции и внутренней среды, от которых зависит долговечность конструкции и предельное состояние рабочих процессов. Таким образом, внутренние факторы потенциальных свойств ΣR , K_n , M , C_p , T определяют сопротивляемость всех элементов конструкций разрушению, выраженную через числовые характеристики. Зная численные значения режимов в различных условиях эксплуатации, агрессивность внешней среды, характеристики сопротивляемости конструкций разрушению и изменения свойств внутренней среды, можно оценить интенсивность, с которой будут нарастать разрушения материалов или другие явления в рабочих процессах, приводящие к отказам в функциональных системах или предельному состоянию рабочих процессов, и, следовательно, определить долговечность элементов конструкции. Зная закономерности этих процессов, можно определить важные для расчета данные: эквивалентные расчетные нагрузки, граничные условия эксплуатации, предельные нагрузочные, температурные и др. режимы для испытаний, резервы конструкции и рабочих процессов по предельному состоянию, необходимые по условию безопасности движения и производительности автомобиля, а также предъявить требования к антикоррозионной защите (прежде всего кузовов), защитным свойствам и стойкости применяемых материалов.

В связи с этим при анализе и оценке надежности конструкций, при тех же «входах» в функциональные системы, которые рассматриваются при формировании выходных характеристик, определяются результаты воздействия рабочих процессов, т. е. воздействию совокупности рабочих режимов, которые составляют эти процессы (нагрузочные, температурные, скоростные и пр.) не только на выходные характеристики, но и на детали, сопряжения, внутренние среды, конструкционные материалы. Определяем, насколько стабильны они, как сопротивляются разрушению и изменению физико-химических свойств под воздействием рабочих режимов внешней и внутренней среды; при каких условиях наступает предельное состояние конструкции с частичной или полной потерей рабочих функций.

Особое значение в связи с этим приобретает определение границ диапазона надежной работы функциональных систем, в пределах которых могут изменяться измерители эксплуатационных свойств, а также того, насколько эти границы отвечают безопасности движения в различных условиях эксплуатации и возможности осуществлять движение. Граничными условиями

эксплуатации мы называем такие условия, которые вызывают предельное состояние конструкции и рабочих процессов.

Потенциальные свойства автомобиля должны быть проверены на возможность возникновения предельных состояний конструкции и рабочих процессов при граничных условиях в эксплуатации. По этим критериям должны нормироваться новые конструкции органов функциональных систем. Это является одной из главных задач при формировании потенциальных свойств надежности конструкции агрегатов, механизмов, систем.

Таким образом, при формировании выходных характеристик, выборе конструктивных параметров, свойств материалов и среды, определяющие потенциальные свойства, необходимо учитывать влияние эксплуатационных факторов на надежность конструкции и рабочих процессов, возможность возникновения критических, предельных состояний в работе функциональной системы и оценить возможность возникновения граничных условий в тех или иных условиях эксплуатации, при которых нарушается более допустимого уровня или вовсе прекращаются выполнения рабочих функций. Условия эксплуатации, которые мы называем граничными условиями, должны оцениваться критерием «худшего случая».

Предельное состояние конструкций функциональных систем обуславливается следующими причинами:

- а) предельным состоянием рабочих процессов в органах функциональных систем (предельные режимы);
- б) предельными состояниями конструкционных материалов и внутренних рабочих сред;
- в) предельными значениями сцепления шины с дорогой;
- г) предельными условиями по опрокидыванию автомобиля;
- д) предельными условиями по энергетическому резерву (максимальная скорость, максимальная тяга);
- е) предельными возможностями человека и перевозимого груза.

При возникновении предельных состояний, соответствующих граничным условиям эксплуатации, нарушается возможность управляемого движения автомобиля.

Однако, те или иные сравнительно тяжелые эксплуатационные условия не всегда и не для всех автомобилей и водителей могут создавать граничные условия. Это объясняется, прежде всего, тем, что потенциальные свойства автомобилей различны, а также тем, что квалификация водителей оказывает значительное влияние на условия работы автомобиля и его функциональных систем. Одни автомобили имеют большие резервы, у других диапазон надежной работы более узкий. В зоне граничных условий, предельные режимы рабочих процессов, свойства внутренних сред, нарушения сцепления шин с дорогой могут привести к аварийным ситуациям или другим нежелательным последствиям. Эти явления происходят независимо от того, какое количество кило-

метров или часов автомобиль проработал до этого и, зависят лишь от того, когда автомобиль оператором поставлен в эти эксплуатационные (граничные) условия. Поэтому особенно опасно их возникновение.

Переход в зону граничных условий для всех конструкций и определение предельных режимов и предельного состояния весьма ответственны. Он должен тщательно исследоваться теоретически в процессе проектирования в условиях лабораторной «доводки» конструкции, а также проверен в различных условиях эксплуатации. Должны быть приняты все меры для исключения возможности возникновения предельных условий, предотвращения их опасных последствий.

Выводы, положенные в основы выделения двух направлений теории рабочих процессов

А) Первое направление теории рабочих процессов посвящено закономерностям формирования измерителей эксплуатационных свойств автомобиля.

1. Эксплуатационные свойства автомобиля зависят от реализации в эксплуатационных условиях потенциальных свойств, присущих функциональным системам и подсистемам автомобиля.

2. Потенциальные свойства независимы. Они формируются в процессе создания новых изделий и при их производстве. Потенциальные свойства зависят от конкретных конструкций и рабочих процессов, которые в них протекают. На стадии проектирования потенциальные свойства должны получить всестороннюю оценку.

3. Для оценки потенциальных свойств используется комплекс выходных характеристик систем и подсистем на установившихся, неустановившихся и переходных режимах.

4. Комплекс выходных характеристик функциональных систем и подсистем должен отражать в полной мере диапазон их потенциальных свойств. Это позволяет оценить возможную реализацию потенциальных свойств при воздействии различных эксплуатационных факторов.

5. Диапазон потенциальных свойств должен учитывать конструктивную унификацию при формировании функциональных систем автомобилей различных моделей «семейств», разнообразие эксплуатационных условий и предусматривать необходимый резерв, связанный с модернизацией конструкций, обеспечением надежности и сохранения в процессе эксплуатации установленного уровня численных значений измерителей эксплуатационных свойств.

6. Для определения диапазона-границ потенциальных свойств используют не только эксплуатационные факторы и эксплуатационные режимы, но и предельные значения режимов на «входе», которые позволяют выявить граничные условия и резервы, заложенные в потенциальных свойствах.

7. В теории рабочих процессов должна быть раскрыта взаимосвязь выходных характеристик с внутренними факторами, от которых зависят их численные значения. Это позволит направленно совершенствовать конструкции и рабочие процессы, предъявлять требования к качеству материалов и свойствам рабочих сред, улучшить технологию производства.

8. В теории должны раскрываться закономерности «входа» и «выхода» систем при прямой и обратной связи.

Б) Второе направление теории рабочих процессов посвящено надежности функциональных систем и подсистем.

1. Надежность функциональных систем в рассматриваемом интервале времени и пробега автомобиля определяется: а) режимными условиями работы всех элементов функциональных систем; б) агрессивностью внутренней и внешней среды; в) сопротивляемостью конструкций (конструкционные материалы) и рабочих процессов этим воздействиям; г) резервами конструкции; д) соотношением долговечности элементов рассматриваемой системы.

В связи с этим в теории должны рассматриваться закономерности интенсивности разрушения под воздействием нагрузочных и других режимов и выявлены резервы конструкции на основе режимных условий рабочего процесса, принимаемых конструктивных параметров и физико-химических свойств конструкционных материалов и внутренних рабочих сред.

2. Для обеспечения нормального функционирования систем и подсистем автомобиля с заданной продолжительностью работы элементов или нормированной вероятностью безотказной работы необходимо исключить возможность предельного состояния конструкций (путем резервирования) и проверке систем методом «худшего случая».

3. Для деталей и соединений, которые из условий безопасности или других соображений не должны оказывать и нарушать рабочие процессы функциональных систем в теории рабочих процессов, должны применяться методы расчета по предельному состоянию с учетом обеспечения резервирования, кроме того необходимо вводить в эксплуатацию «принудительные» профилактические смены деталей, механизмов и пр.

Резюме

Статья рассматривает возможности исследования рабочих процессов функциональных систем автомобиля на основании системного подхода, в целях создания оптимальной конструкции автомобиля, лучше удовлетворяющей требованиям.

Литература

1. Островцев А. Н.: «Автомобильный транспорт» № 11, 1970.
2. Островцев А. Н.: «Автомобильная промышленность» № 11, 1971.
3. Островцев А. Н.: «Автомобильная промышленность» № 12, 1971.
4. Островцев А. Н.: «Автомобильная промышленность» № 3, 1973.

Проф. Др. т. н. А. Н. Островцев. СССР. Москва Ленинградский просп. 64.