

## НОВОЕ В ТЕОРИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

**Подригало М.А., д.т.н., проф.**

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

*В статье обоснована необходимость пересмотра положений классической теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов с учетом последних достижений науки и техники. Предложены направления совершенствования теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов.*

**Введение.** Теория автомобиля и трактора (теория эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов) как наука сформировалась в 30-е годы прошлого столетия. За 80 прошедших лет конструкции автомобилей и тракторов претерпели значительные изменения. Это требует коренного пересмотра классической теории с целью учета последних достижений как фундаментальных, так и смежных наук.

В настоящей статье сделана попытка прогноза развития теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов на основе перспектив развития их конструкций и достижений в других отраслях науки и техники.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Двадцатый век ознаменовался началом и развитием массового производства автомобилей и тракторов. Этот процесс сопровождался развитием теории автомобилей и тракторов (в современной трактовке – теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов). Огромный вклад в развитие автомобильной и тракторной науки внесли российские, советские и украинские ученые: Н. Е. Жуковский, Е. А. Чудаков, Д. А. Чудаков, Г. В. Зимелев, Б. С. Фалькевич, Я. М. Певзнер, И. Б. Барский, Е. Д. Львов, Р. В. Ротенберг, В. А. Иларионов, В. В. Гуськов, Г. А. Смирнов, Н. Ф. Бочаров, И. П. Ксенович, М. И. Медведев, Г. М. Кутьков, М. Н. Коженко, А. С. Антонов, Е. Е. Александров, И. В. Трепененков, А. Т. Лебедев, В. Я. Анилович, Л. В. Погорелый, В. Т. Надыкто, И. Н. Серебряков, А. Б. Гредескул, А. Н. Туренко, А. С. Федосов, В. П. Аврамов, Я. Е. Фаробин, Я. К. Фрумкин, А. Н. Островцев, В. В. Осепчугов, Р. В. Кугель, Б. Б. Генбом, А. С. Литвинов, Г. Б. Безбородова, В. П. Сахно, В. В. Рудзинский и др. ученые.

Начало XXI века сопровождается бурным развитием конструкции автомобилей и тракторов, широким внедрением элементов электроники, автоматики и информационных технологий. Совершенствование конструкции должно отражаться и на развитии теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов. Однако многие положения теории не пересматривались с момента появления классического курса.

**Цель и постановка задач исследования.** Целью исследования является обоснование необходимости пересмотра положений классической теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов с учетом последних достижений науки и техники.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

– определить место теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов в развитии автомобилестроения;

– показать направления совершенствования науки «Теория эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов».

**Теория эксплуатационных свойств и ее место в развитии автотракторостроения.** В своей практической деятельности по подготовке научных и научно-педагогических кадров автор статьи неоднократно сталкивался с вопросом о том, как отличить научный результат исследования от практического (инженерного). И здесь встречаются две крайности. Первая заключается в чрезмерном “онаучивании” исследований, а вторая – в сведении исследований к углубленному расчету или проектированию отдельных механизмов или систем машин. Очевидно, что должен существовать определенный компромисс.

Объем и глубина научной составляющей любого исследования должны быть такими, чтобы наиболее простым математическим, графическим или логическим языком объяснить читателю физическую суть рассматриваемого объекта исследования, новые явления или новые связи между известными явлениями. Практическая составляющая любого исследования должна быть достаточна для доказательства полезности и возможности использования в отрасли полученных научных результатов.

Так в чем же отличие научного результата от инженерной разработки? К сожалению, в настоящее время в автотракторостроении такая граница не определена. Причина – исторический фактор. Первые автомобили и тракторы создавались отдельными энтузиастами-изобретателями. Ими и создан прообраз современных машин. Роль науки в последующем была сведена к научному обоснованию и проверке ранее принятых технических решений, т.е. развитие техники несколько опережало развитие науки об автотракторостроении.

Научно-техническая революция, произошедшая в середине и во второй половине XX-го века, привела к быстрому развитию фундаментальных отраслей науки и современных отраслей техники. Это требует пересмотра места теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов в автотракторостроении.

Для человека трактор, а, особенно, автомобиль – это объект, в котором он хочет видеть самые последние достижения науки и техники воплощенные в двигателе, трансмиссии, органах и системах управления, устройствах, обеспечивающих комфорт водителя и пассажиров, сохранность перевозимого груза. Поэтому роль науки в современном автотракторостроении должна сводиться к прогнозированию направлений развития конструкций машин, определению потенциальных показателей их эксплуатационных свойств. Причем осуществлять прогноз ученые должны на основе анализа последних достижений фундаментальных и смежных отраслей науки. Разработку

конструкций, их доводку и внедрение должны осуществлять инженерно-технические работники. Отсутствие такого подхода и привело к определенному застою в развитии теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов.

**Направления совершенствования теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов.** Одним из наиболее важных разделов теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов является раздел «Качение колеса». Одной из наиболее существенных ошибок в этом разделе является представление касательной реакции в контакте ведущего колеса с дорогой в качестве тяговой силы. Это заблуждение обусловлено тем, что крутящий момент на колесе по отношению к механизму ходовой части автомобиля и трактора является внешним усилием, а тяговая сила прикладывается к оси ведущего колеса. К оси приводятся также силы сопротивления качению, как ведущих, так и ведомых колес. При этом инерционные моменты, возникающие в трансмиссии при неравномерном вращении валов, можно учесть динамическим КПД трансмиссии [10]. В свое время Е. А. Чудаковым определены пять основных режимов качения колеса: ведущее колесо, свободное колесо, нейтральное колесо, ведомое колесо и тормозящее колесо. Движение колеса в нейтральном режиме рассматривалось при постоянной линейной скорости его оси. В этом случае, в зависимости от величины приложенного к колесу крутящего момента  $M_k$ , величина касательной реакции  $R_x$  в контакте с дорогой изменяется от нуля до величины, равной силе сопротивления качению. Другими словами, граничными для нейтрального режима являются свободный и ведомый режимы движения колеса. Нами [4] определен дополнительный (шестой) режим движения колеса, возникающий при неравномерном движении колеса при действии крутящего (тягового) момента и толкающей силы. При этом касательная реакция на колесе может быть как положительной, так и отрицательной по направлению. Такой режим движения колеса нами назван [4] «вынужденным» режимом.

Приложение тяговых и тормозных сил при незаблокированных колесах на осях колес, а не в пятнах контакта с дорогой влечет за собой пересмотр раздела теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов – «Нормальные реакции на колесах автомобилей и тракторов в тяговом и в тормозном режимах движения». Нами проведены исследования и получены расчетные зависимости [2, 3, 9], позволяющие определять нормальные реакции на передних и задних колесах машин. Эти зависимости отличаются от известных. Кроме того, более известные математические модели динамического распределения нормальных реакций при торможении с различным сочетанием заблокированных и незаблокированных колес привели к пересмотру идеальных законов распределения тормозных сил между осями автомобилей и тракторов [3].

Определение понятий управляемости и устойчивости, данные в классической теории автомобилей и тракторов, относятся только к повороту машин. Нами [5], с позиций теории автоматического управления, определено, что управляемость – это свойство колесной машины адекватно реагировать на

управляющие воздействия. Причем управляющие воздействия могут осуществляться путем воздействия на любые органы управления (тормозами, двигателем, трансмиссией и др.).

Было также рассмотрено понятие «тяговый баланс автомобиля» [6]. Если для трактора, совершающего технологический процесс в установившемся режиме, уравнения тягового баланса соответствует положением классической механики, то для автомобиля это неправильно, поскольку в это уравнение была введена сила инерции. Указанная сила позволяет математически приводить уравнения динамики к уравнениям статики, но не может уравновесить другие силы, входящие в уравнение тяговой динамики автомобиля. Другими словами, тягового баланса нет. Тяговый баланс реализуется только при равномерном движении автомобиля (при отсутствии ускорения) [6].

Полученные впервые результаты позволили при помощи известных графиков ускорений (которые строят при тяговом расчете) оценивать курсовую устойчивость автомобиля в тяговом режиме движения [7]. При этом на поле графиков ускорений автомобиля при движении на разных передачах наносят кривую, которая делит это поле на устойчивую и неустойчивую части.

Серьезным научным достижением группы авторов [8] является разработка нового метода экспериментальных исследований динамических характеристик мобильных машин – метода парциальных ускорений. Обоснование метода и примеры решения различных задач с его помощью дают основание ввести дополнительный раздел курса «Теория эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов», посвященный указанному материалу.

**Выводы.** Представленный материал может послужить основой для дискуссии о месте теории эксплуатационных свойств автомобилей и тракторов в современном автотракторостроении, а также направлениям ее совершенствования.

#### **Список использованных источников**

1. Подригало, М. А. Качение автомобильного колеса и определение понятия “тяговая сила” (В порядке обсуждения) [Текст] / М. А. Подригало // Автомобильная промышленность, 2007. - №1. – С. 25-26.
2. Подригало, М. А. Влияние тяговых моментов на динамическое распределение вертикальных реакций между колесами автомобиля [Текст] / М. А. Подригало, Д. М. Клец, О. А. Назарько, Н. Н. Потапов // Вестник национального технического университета “ХПИ”, 2010. - №39. – С. 64-74.
3. Подригало, М. А. Влияние тормозных моментов на величину динамических вертикальных реакций дороги на осях автомобиля (В порядке обсуждения) [Текст] / М. А. Подригало, В. И. Назаров // Автомобильная промышленность, 2011. - № 8. – С. 23-25.
4. Подригало, М. А. Движение жесткого автомобильного колеса при действии крутящего момента и толкающей силы [Текст] / М. А. Подригало, Н. Н. Потапов // Автомобильный транспорт. Сборник научных

- трудоу. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2011. – Вып. 28. – С. 14-17.
5. Подригало, М. А. Управляемость и устойчивость автомобиля. Определение понятий. (В порядке обсуждения) [Текст] / М. А. Подригало // Автомобильная промышленность, 2008. - № 11. – С. 22-23.
  6. Подригало, М. А. Тяговый баланс или дисбаланс автомобиля? (В порядке обсуждения) [Текст] / М. А. Подригало // Автомобильная промышленность, 2010. - № 5. – С. 23-26.
  7. Подригало, М. А. Устойчивость автомобиля против заноса в тяговом режиме движения [Текст] / М. А. Подригало, Д. М. Клец // Автомобильная промышленность, 2009. - № 12. – с. 23-26.
  8. Артемов, Н.Т. Метод парциальных ускорений при исследовании динамики мобильных машин (В порядке обсуждения) [Текст] / Н. П. Артемов, А. Т. Лебедев, О. П. Алексеев, В. П. Волков, М. А. Подригало, А. С. Полянский // Тракторы и сельхозмашины, 2011. - № 1. – С. 16-18.
  9. Забелышинский, З. Э Курсовая устойчивость тракторного поезда при различном распределении крутящих моментов между мостами [Текст] / З. Э. Забелышинский, В. В. Кириченко, Д. М. Клец, М. А. Подригало // Механізація сільськогосподарського виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки, 2010. – Вип. 103. – С. 217-227.
  10. Подригало, М. А. Коэффициент динамичности и КПД легкового автомобиля [Текст] / М. А. Подригало, Д. М. Клец, А. И. Коробко, А. Н. Мостовая // Вестник ХНАДУ. Сборник научных трудов. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2010. – Вып. 49. – С. 29-34.

## **Анотація**

### **НОВЕ В ТЕОРІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

Подригало М.

*У статті обґрунтовано необхідність перегляду положень класичної теорії експлуатаційних властивостей автомобілів і тракторів з урахуванням останніх досягнень науки і техніки. Запропоновано напрями вдосконалення теорії експлуатаційних властивостей автомобілів і тракторів.*

## **Abstract**

### **NEW THEORY OF PERFORMANCE PROPERTIES OF MOTOR VEHICLES AND TRACTORS**

M. Podrigalo

*In this paper the necessity of revision of the classical theory of performance characteristics of cars and tractors with the latest advances in science and*

*technology. Directions of improving the operational properties of the theory of motor vehicles and tractors.*