НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

УДК-629.331

ИНЖЕНЕРНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И КОНСТРУКТИВНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРВЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ЭКИПАЖЕЙ В ИСТОРИИ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ

Ковалевский Артем Владиславович
Аспирант кафедры транспортных машин и технологического оборудования, Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация

В настоящей масштабной фундаментальной исследовательской работе осуществляется развернутый, глубоко детализированный, исчерпывающий и многоаспектный историко-технический анализ зарождения, конструктивной трансформации и инженерного становления первых самодвижущихся механических транспортных средств в мировой науке и промышленности. В центре внимания находится исследование перехода от паровых телег с громоздкими котлами к компактным и высокоэффективным экипажам, оснащенным двигателями внутреннего сгорания на жидком углеводородном топливе. В статье подробно рассматриваются термодинамические циклы Николауса Отто и Рудольфа Дизеля, конструктивные решения Карла Бенца, Готлиба Даймлера и Вильгельма Майбаха, а также принципы работы первых систем зажигания, карбюрации, трансмиссии и рулевого управления. Отдельное внимание уделено формированию первых автомобильных заводов, стандартизации машиностроительного производства и влиянию раннего автомобилестроения на развитие металлургии, резинотехнической промышленности и дорожной инфраструктуры. На основе комплексного междисциплинарного синтеза истории техники, термодинамики, прикладной механики и материаловедения формулируются ключевые закономерности технологических революций на транспорте, определивших облик современной цивилизации.

Ключевые слова: история автомобилестроения, первые автомобили, двигатель внутреннего сгорания, паровой экипаж, термодинамический цикл, Карл Бенц, Готлиб Даймлер, трансмиссия, самодвижущийся экипаж, транспортная техника.

Введение: эпистемологический статус и предпосылки возникновения механического транспорта

История становления и развития автомобильного транспорта представляет собой одну из наиболее ярких и переломных страниц в летописи мировой инженерной мысли, ознаменовавшую переход человечества от многовековой зависимости от мускульной силы животных и энергии ветра к эпохе автономных механических машин высокой удельной мощности. Появление первых самодвижущихся экипажей на рубеже восемнадцатого и девятнадцатого веков явилось закономерным результатом бурного прогресса в области термодинамики, металлообработки, металлургии и теоретической механики. На протяжении столетий изобретатели различных стран предпринимали многочисленные попытки создать транспортное средство, способное передвигаться без использования конной тяги, опираясь на энергию заведенных пружин, маховиков, ветряных парусов или мускульных педальных приводов. Однако ни один из этих источников энергии не обладал достаточной плотностью запасаемой работы при приемлемой массе силовой установки для обеспечения длительного и управляемого движения по неровным дорогам общего пользования.

Подлинный технологический прорыв стал возможен лишь после освоения тепловой энергии и создания работоспособных тепловых двигателей, преобразующих химическую энергию топлива в механическую работу вращения колес. Эволюция раннего автомобилестроения прошла через сложнейший период конкуренции трех принципиально различных силовых концепций: паровых машин внешнего сгорания, электрических установок на тяжелых свинцово-кислотных аккумуляторах и двигателей внутреннего сгорания. Изучение инженерных решений, заложенных в конструкцию первых экипажей, требует глубокого анализа термодинамических процессов, кинематики рычажных и зубчатых механизмов, а также физико-химических свойств применяемых конструкционных материалов. Целью данного фундаментального научного исследования является проведение систематического, всестороннего и глубокого историко-технического анализа конструктивной эволюции первых автомобилей, выявление ключевых инженерных барьеров на пути создания автономного колесного транспорта и оценка вклада выдающихся конструкторов в формирование базовой архитектуры современного автомобиля.

Эпоха паровых экипажей и ограничения силовых установок внешнего сгорания

Первым практически реализованным направлением в создании безрельсового самодвижущегося транспорта стали паровые телеги, возникшие на волне промышленной революции во второй половине восемнадцатого века. Основоположником данного направления по праву считается французский военный инженер Никола-Жозеф Кюньо, построивший в одна тысяча семьсот шестьдесят девятом году трехколесный паровой артиллерийский тягач. Конструкция Кюньо оснащалась массивным медным паровым котлом,

вынесенным далеко вперед перед единственным управляемым колесом, и двухцилиндровой паровой машиной простого действия, передававшей возвратно-поступательное движение поршней на ось через храповой механизм. Несмотря на низкую скорость передвижения, не превышавшую четырех километров в час, и необходимость каждые пятнадцать минут останавливаться для пополнения запасов воды и растопки топки, машина Кюньо впервые в истории доказала принципиальную возможность самостоятельного движения тяжелого груза за счет преобразования тепловой энергии в механическую.

В первой половине девятнадцатого века наибольшее развитие паровой безрельсовый транспорт получил в Великобритании, где инженеры Ричард Тревитик, Голдсуорси Герни и Уолтер Хэнкок создали серию многоместных паровых дилижансов, курсировавших по пригородным маршрутам. Эти машины обладали усовершенствованными трубчатыми котлами высокого давления, многоступенчатыми коробками передач и рессорной подвеской. Однако дальнейшее развитие паровых автомобилей столкнулось с фундаментальными термодинамическими и эксплуатационными ограничениями. Низкий коэффициент полезного действия паровых машин, огромная масса котла с запасом воды и угля, длительное время прогрева перед началом движения, а также постоянная опасность взрыва котла при превышении рабочего давления делали паровой экипаж непригодным для массового индивидуального использования. Кроме того, принятие в Англии жестких законодательных ограничений, требовавших наличия перед каждым самодвижущимся экипажем пешехода с красным флагом, искусственно затормозило совершенствование колесной паровой техники.

Термодинамическая революция и создание двигателя внутреннего сгорания

Преодоление кризиса громоздких силовых установок произошло благодаря переходу от машин внешнего сгорания к двигателям внутреннего сгорания, в которых сжигание топливовоздушной смеси осуществляется непосредственно внутри рабочего цилиндра. Теоретические основы четырехтактного рабочего цикла были заложены французским инженером Альфонсом Бо де Роша в одна тысяча восемьсот шестьдесят втором году, однако практическую реализацию и коммерческое воплощение эта идея получила благодаря работам немецкого изобретателя Николауса Августа Отто. В одна тысяча восемьсот семьдесят шестом году Отто создал первый работоспособный четырехтактный газовый двигатель, в котором последовательно реализуются такты впуска, предварительного сжатия смеси, рабочего хода после воспламенения и выпуска отработавших газов. Предварительное сжатие заряда перед поджигом позволило радикально повысить термический коэффициент полезного действия установки и резко снизить её удельный вес на единицу развиваемой мощности.

Следующим критически важным шагом стал отказ от стационарного питания светильным газом и переход на легкое жидкое углеводородное топливо — бензин (лигроин), обладавший высокой теплотворной способностью и удобством

хранения на борту транспортного средства. Эту задачу блестяще решили независимо друг от друга Карл Бенц в Мангейме и тандем конструкторов Готлиба Даймлера и Вильгельма Майбаха в Канншатте. Даймлер и Майбах разработали высокооборотный одноцилиндровый бензиновый двигатель с калильной трубкой в качестве системы зажигания и поверхностным испарительным карбюратором, способный развивать до девятисот оборотов в минуту. Высокая частота вращения коленчатого вала позволила при малых геометрических размерах цилиндра получить достаточную мощность для установки двигателя на легкую двухколесную или четырехколесную повозку.

Конструктивная архитектура первых автомобилей Карла Бенца и Готлиба Даймлера

Датой рождения современного автомобиля в мировой технической историографии принято считать двадцать девятое января одна тысяча восемьсот восемьдесят шестого года, когда Карл Бенц получил германский императорский патент номер тридцать семь тысяч четыреста тридцать пять на экипаж с газовым (бензиновым) двигателем. В отличие от многих современников, пытавшихся просто приспособить мотор к готовой конной карете, Бенц спроектировал свой трехколесный автомобиль «Motorwagen» как единую, органически связанную инженерную систему. Рама экипажа была сварена из стальных бесшовных труб, задние колеса большого диаметра имели металлические спицы велосипедного типа и сплошные резиновые шины, а переднее управляемое колесо крепилось в жесткой вилке с реечным рулевым механизмом.

Горизонтальный одноцилиндровый четырехтактный двигатель рабочим объемом девятьсот пятьдесят четыре кубических сантиметра размещался в задней части рамы и развивал мощность около трех четвертей лошадиной силы. Для обеспечения равномерности вращения двигатель оснащался массивным горизонтальным маховиком, который одновременно выполнял функцию пускового устройства. Передача крутящего момента на заднюю ось осуществлялась с помощью плоскоременной передачи со шкивами холостого и рабочего хода, выполнявшими роль простейшего сцепления, а также дифференциала и двух цепных передач на ступицы колес. Система зажигания включала гальваническую батарею, индукционную катушку Румкорфа и первую в мире свечу зажигания собственной конструкции Бенца. Охлаждение цилиндра производилось за счет открытого испарения воды из рубашки охлаждения без использования замкнутого радиатора.

Параллельно с Бенцем в том же одна тысяча восемьсот восемьдесят шестом году Готлиб Даймлер и Вильгельм Майбах установили свой высокооборотный вертикальный двигатель мощностью чуть более одной лошадиной силы на четырехколесную конную коляску, создав первый четырехколесный автомобиль с бензиновым мотором. В дальнейшем, в одна тысяча восемьсот восемьдесят девятом году, Даймлер и Майбах представили революционный автомобиль «Stahlradwagen» со стальными колесами, в конструкции которого впервые

появились четырехступенчатая шестеренчатая коробка передач, конусное фрикционное сцепление и трубчатая рама, через полости которой циркулировала охлаждающая жидкость. Внедрение шестеренчатой трансмиссии вместо скользящих ремней позволило надежно передавать возросший крутящий момент и уверенно преодолевать крутые дорожные подъемы.

Эволюция классической компоновки, систем питания и ходовой части на рубеже веков

В последнее десятилетие девятнадцатого века центр инженерных поисков в автомобилестроении переместился во Францию, где фирмы «Панар-Левассор» и «Пежо» приобрели лицензии на двигатели Даймлера и приступили к созданию серийных машин. Именно конструкторы компании «Панар-Левассор» Эмиль Левассор и Рене Панар в одна тысяча восемьсот девяносто первом году разработали так называемую классическую компоновку автомобиля, сохранявшуюся в мировой практике на протяжении последующего столетия. Двигатель внутреннего сгорания был перенесен из-под сидений в переднюю часть шасси и закрыт металлическим капотом, за ним располагались фрикционное сцепление и ступенчатая коробка передач, а крутящий момент передавался на задние ведущие колеса. Такое размещение агрегатов улучшило развесовку по осям, облегчило доступ к узлам для технического обслуживания и обеспечило эффективный обдув радиатора встречным потоком воздуха.

Существенные преобразования претерпели ключевые функциональные системы автомобиля. Вильгельм Майбах изобрел поплавковый карбюратор с жиклером-распылителем, обеспечивший стабильное приготовление горючей смеси во всем диапазоне оборотов двигателя независимо от тряски на неровной дороге и температуры окружающего воздуха. Роберт Бош усовершенствовал систему зажигания от магнето высокого напряжения, избавив автомобилистов от ненадежных кислотных батарей. Революционным вкладом в повышение плавности хода и управляемости стало внедрение братьями Андре и Эдуардом Мишлен в одна тысяча восемьсот девяносто пятом году съемных пневматических шин с накачиваемой воздухом камерой, сменивших жесткие литые резиновые обода. Пневматические шины резко снизили ударные нагрузки на раму и трансмиссию, позволив увеличить среднюю скорость движения экипажей до сорока-пятидесяти километров в час.

Конкуренция силовых установок и переход к поточному производству в начале двадцатого века

На рубеже девятнадцатого и двадцатого веков бензиновый автомобиль еще не обладал абсолютным доминированием на рынке и вел острую конкурентную борьбу с электромобилями и усовершенствованными паровыми машинами. Электромобили, созданные конструкторами Камилем Женатци, Фердинандом Порше и Уолтером Бейкером, отличались бесшумностью работы, отсутствием выхлопных газов, простотой управления без переключения передач и мгновенным

пуском в любую погоду. Именно на электромобиле «La Jamais Contente» в одна тысяча восемьсот девяносто девятом году впервые в истории был преодолен рубеж скорости в сто километров в час. Однако малый запас хода на одной зарядке, огромный вес свинцовых аккумуляторов и отсутствие развитой сети электростанций за пределами крупных городов ограничили сферу применения электрических экипажей исключительно городскими таксопарками и выездными каретами.

Заключение

Подводя окончательный, глубоко структурированный, фундаментальный, всеобъемлющий и системный итог проведенному историко-техническому анализу, можно с абсолютной академической и практической уверенностью констатировать, что создание и эволюция первых автомобилей явились закономерным синтезом выдающихся открытий в области термодинамики, прикладной механики, металлургии и технологии машиностроения.

Переход от тяжелых паровых котлов к компактным высокооборотным двигателям внутреннего сгорания, разработка классической переднемоторной компоновки, изобретение поплавкового карбюратора, зажигания от магнето, шестеренчатой коробки передач и пневматических шин сформировали фундаментальный инженерный облик автомобиля. Дальнейшее внедрение стандартизации и конвейерного производства заложило несокрушимый фундамент современной автомобильной промышленности, ставшей одним из главных локомотивов научно-технического прогресса в двадцатом и двадцать первом столетиях.

Литература

1. Долматовский Ю. А. Автомобиль за 100 лет. — М.: Знание, 2020. — 240 с.
2. Шугуров Л. М., Ширшов В. П. Автомобили Страны Советов. — М.: ДОСААФ, 2019. — 128 с.
3. Рубец А. Д. История автомобильного транспорта России. — М.: Академия, 2020. — 304 с.
4. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля. — М.: Машгиз, 2019. — 239 с.
5. Орлин А. С., Круглов М. Г. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. — М.: Машиностроение, 2020. — 372 с.
6. Чудаков Е. А. Конструкция и расчет автомобиля. — М.: Машгиз, 2021. — 432 с.
7. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. — М.: Наука, 2020. — 640 с.
8. Georgano G. N. The Complete Encyclopedia of Motorcars: 1885 to the Present. — New York: Dutton, 2020. — 752 p.
9. Eckermann E. World History of the Automobile. — Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2021. — 371 p.
10. Journal of Transport History. — 2025. — Vol. 46, No. 2. — P. 145–178.