

**В.А. Мнацаканов**

## **ОСНОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ**

Электрическая тяга, ее место в системе наук, цели и методы исследования, эмпирические и теоретические законы.

Забота о структуре науки облегчает ее развитие, раскрывая отношения, логические пропуски и недостатки, которые не видны, когда внимание концентрируется на каком-то одном вопросе.

М. Бунге.

### **Введение**

Электрическая тяга в современном ее виде выступает как наука и как производственный процесс.

Электрическая тяга – прикладная наука, опирающаяся в своих суждениях, расчетах и выводах на физику, математику, экономику...

Электрическая тяга – наука о затратах электроэнергии на перемещение грузов, о перемещении грузов с помощью электроподвижного состава, о превращении электроподвижным составом электрической энергии в механическую работу, о превращении механической энергии электроподвижного состава в электрическую энергию и о взаимодействии электроподвижного состава с элементами пути, системой энергоснабжения и окружающей средой.

Как производственный процесс, электрическая тяга – это процесс превращения электроэнергии в перемещение грузов. Оценка эффективности этого процесса состоит в экономическом сравнении результатов проделанной электроподвижным составом механической работы и понесенных при этом потерь.

Механическая работа – главная цель электрической тяги. Электроподвижной состав – это механизм, с помощью которого реализуются силы тяги - торможения и выполняется механическая работа.

**Основания электрической тяги** – это объяснение места и роли электрической тяги, как науки, в системе наук, ее целей и вопросов, которые она исследует; обоснование основных понятий, методов и критериев, которыми она руководствуется при решении стоящих перед нею задач, объяснение результатов, которые были или будут получены с помощью этих методов, места и роли электрической тяги как

производственного процесса в системе производственных и общественных отношений и обоснование основных направлений ее развития.

### **1 Место и роль электрической тяги**

Место электрической тяги в системе наук определяется тем, что, с одной стороны, электрическая тяга – это прикладная наука, направленная на обслуживание и оптимизацию перевозочного процесса, а с другой стороны, тем, что новые методы и законы, которые построены в рамках электрической тяги, могут быть применены в других областях знания.

Роль электрической тяги заключается в том, что она гармонично и целенаправленно объединяет в себе знания различных наук и на этой основе создает свои собственные методы исследования, вырабатывает свои собственные теории и "правила игры".

### **2 Цель электрической тяги и вопросы, которые она исследует**

Цель электрической тяги, как науки – обосновать теоретически и вывести принципы и законы электрификации транспортных систем, разработать теоретические основы расчета и выбора параметров электроподвижного состава, методики проведения его тягово-энергетических испытаний, правила тяговых расчетов.

Электрическая тяга исследует вопросы преобразования электроэнергии в механическую работу, вопросы параметрического развития устройств электрической тяги и комплексные проблемы перевозок на электрическом транспорте.

Основным объектом исследований электрической тяги является "единичная перевозка". Требования к качеству основного объекта постоянно возрастают и усложняются в связи с обострением проблем безопасности, охраны окружающей среды и естественным стремлением человека экономить свое время, перемещая себя и свои грузы с максимально возможной скоростью.

### **3 Законы электрической тяги**

Электрическая тяга, как наука, состоит из двух частей: эмпирической и теоретической. Эмпирическая часть всегда преследовала чисто практические цели и потому достаточно хорошо развита. Ей не пришлось создавать собственных законов, а потребовалось лишь использовать для своих нужд законы из других областей знаний, главным образом из физики:

- законы динамики Ньютона,
- закон сохранения энергии Майера,
- закон Ома,
- закон Джоуля – Ленца,
- законы Кирхгофа,

- законы теплопередачи,
- закон Амонсона,
- закон Фарадея-Максвелла,
- закон Ампера и др.

Формулы, описывающие эти законы, представлены практически в каждом учебнике по основам электрической тяги [1].

**Эмпирическая часть** электрической тяги изучает источники питания, приемники электроэнергии, электрические машины, преобразователи, электроподвижной состав, сопротивление движению, сцепление и пр.

**Теоретическая часть** рассматривает вопросы параметрического и качественного взаимодействия между вышеуказанными компонентами.

Теоретическая часть несет "защитные" от "внешних врагов" функции и занимается воспроизводством самой электрической тяги как науки. Она призвана раскрывать закономерности, присущие объектам электрической тяги, показывать каким образом "феномен жизни" передается от вагона к вагону, от электровоза к электровозу, от дороги к дороге, от одного устройства электрической тяги к другому. Именно эта часть электрической тяги недостаточно развита в настоящее время. Косвенным подтверждением этому является, в частности, отсутствие теоретических разделов в учебниках по электрической тяге и задачника по электрической тяге.

Недостаточное внимание к теории электрической тяги обусловлено отчасти тем, что порой сложно бывает обосновать практические выгоды, которые несет с собой развитие этой части тяги, как «не всегда легко бывает объяснить какова практическая польза от философии или как оценить социальное значение произведений искусства» [2]. А ведь до той поры, пока в развитии теории электрической тяги не будут сделаны серьезные шаги, трудно предположить, что можно создать, например, адекватную требованиям сегодняшнего дня теорию тяговых преобразователей, достаточно основательно теоретически и практически решать проблемы выбора системы тяги для разных железных дорог, проблемы высокоскоростного движения, вопросы выбора тягового привода...

В центре электрической тяги стоит тяговый расчет. С его помощью устанавливают, сколько электрической энергии было затрачено на выполнение механической работы по перемещению электроподвижного состава и каким образом осуществлялось само перемещение (скорость перемещения, время, пройденный путь, ускорение, замедление, длина тормозного пути). Для выполнения тяговых расчетов используют указанные выше законы Ньютона, законы нагревания тел и др. Поскольку эти законы были выведены путем обобщения результатов многократных наблюдений и измерений, постольку они являются эмпирическими, а не теоретическими законами [2]. Они имеют дело с наблюдаемыми величинами и используются для объяснения наблюдаемых фактов и предсказания будущих наблюдаемых событий.

**Теоретические законы** отличаются от эмпирических законов тем, что относятся к ненаблюдаемым величинам [2]. В электрической тяге к ненаблюдаемым величинам относятся, например, тяговые параметры проектируемого подвижного состава.

Теоретические законы электрической тяги отличаются от используемых ею эмпирических законов тем, что устанавливают соответствия между тяговыми параметрами проектируемых электротяговых устройств и их будущими выходными характеристиками и являются, по существу, законами проектирования тяги.

К теоретическим законам электрической тяги, по мнению автора, можно отнести, например, закон Розенфельда (о выборе оптимального режима движения проектируемого электропоезда) [3], параметрические законы полного и ослабленного поля [4] и т.п. В отличие от уравнений движения, используемых в тяговых расчетах, которые с помощью эмпирических законов описывают реальные перемещения подвижного состава, параметрические законы описывают «перемещения», которые нельзя ни наблюдать, ни измерить. Это по сути своей «перемещения» от одних параметров проектируемого объекта к другим.

Следствия из теоретических законов позволяют глубже проникать в сущность изучаемых электрической тягой процессов и явлений, лучше понимать их физический смысл, качественно оценивать и предсказывать результаты будущих тягово-энергетических испытаний проектируемого электроподвижного состава.

Например, о многом говорит первое следствие из закона ослабленного поля: **при питании от источника ограниченной мощности время разгона до заданной скорости у электропоезда, тяговые двигатели которого оснащены устройствами регулирования возбуждения, будет меньше, чем у электропоезда, не оснащенного такими устройствами, на величину равную времени работы тяговых двигателей в режиме регулирования возбуждения.**

Иначе говоря, чем большим по продолжительности запроектирован на электропоезде режим регулирования возбуждения (режим поддержания постоянной мощности тяги), тем быстрее он будет разгоняться, раньше отключаться от сети и переходить на выбег для экономии электроэнергии на тягу; тем экономичнее он будет в эксплуатации. Первое следствие достаточно точно предсказывает это.

Еще одно следствие из закона ослабленного поля: **при питании от источника ограниченной мощности путь, пройденный при разгоне до заданной скорости электропоездом, спроектированным без регулирования возбуждения тяговых двигателей, будет больше пути, пройденного электропоездом, спроектированным с регулированием возбуждения, на величину равную половине пути, пройденному в режиме регулирования возбуждения.** Это следствие тоже весьма определенно указывает на возможные последствия проектирования тяги подвижного состава.

Вышеуказанные следствия могут быть применены, например, испытателями для ответа на вопрос о точности результатов проведенных ими тягово-энергетических

испытаний электроподвижного состава. Степень совпадения результатов, теоретически предсказанных следствиями, с результатами измерений, сделанными в предварительных «эталонных» поездках, может служить мерой точности результатов последующих тягово-энергетических испытаний.

Вопрос о точности результатов тягово-энергетических испытаний сегодня, как правило, не ставится. А если и ставится, то в качестве ответа обычно ограничиваются ссылкой на точность предварительно поверенных приборов. Вместе с тем, теоретический анализ результатов качественно выполненных тягово-энергетических испытаний способен оказать большую помощь в изучении устройств электрической тяги и в совершенствовании правил тяговых расчетов.

Весьма важными для развития электрической тяги являются исследования статистических материалов. Сегодня их накоплено уже достаточно много; многое трудно объяснимо и нередко выступает в качестве препятствия техническому прогрессу. Для обработки этих материалов нужны идеи и теоретические концепции, которые позволили бы навести порядок в этом своеобразном мире. Доказательством серьезности создавшегося положения служит возможность, опираясь на статистику, приводить бесконечные "за" или "против" по многим вопросам электрической тяги.

«Статистические материалы, характеризующие производство и эксплуатацию тяговых двигателей и электровозов в большом количестве накапливаются у заводов-поставщиков, заводов-изготовителей, в эксплуатации и остаются, к сожалению, неиспользованными» [5].

#### **4 Основные направления и особенности развития электрической тяги**

Основные направления развития электрической тяги вытекают из вопросов, которые ставит перед этой прикладной наукой развитие производственных и общественных отношений: повышение безопасности и эффективности работы установок электрической тяги; сокращение расхода электроэнергии на перемещение грузов и эксплуатационных затрат; повышение скорости и надежности работы электроподвижного состава; повышение удельного веса перевозок, выполняемых электрической тягой; повышение мощности и экологической безопасности электротяговых устройств; разработка новых технологий процесса перевозок и пр.

Особенности развития электрической тяги на современном этапе выражаются в интенсивном использовании на транспорте последних достижений в области электроники, компьютерной техники, электротехники, автоматики, новых технологий и материалов.

#### **5 Какими общенаучными методами пользуется электрическая тяга сегодня**

В основном преобладает детерминизм. Целесообразно дополнить его методами теории вероятностей. На очереди использование методов теории вероятностей в

теоретической части электрической тяги. Большая подготовительная работа в этом направлении проделана под руководством проф. Исаева И.П. [5].

## 6 Заключение

Несмотря на большое число хороших учебников по электрической тяге и на ее бесспорные достижения, наука эта еще совсем молодая. Ей предстоит еще очень многое сделать: создать свои собственные теории, проникнуть в неведомые области и открыть новые законы движения и проектирования электроподвижного состава.

«Инженер-тяговик, привлеченный к проектированию электрической железной дороги, должен не только правильно задать исходные данные, но и умело координировать всю работу по проектированию...» [6]. Поэтому знание основ и законов проектирования электрической тяги для него необходимо.

## Библиографический список

1. Лебедев А.Б. Основы электрической тяги. – Л.: ОНТИ. – 1937. – 620с.
2. Карнап Р. Философские основания физики. – М.: Прогресс. – 1971. – 390с.
3. Розенфельд В.Е., Исаев И.П., Сидоров Н.Н. Теория электрической тяги. – М.: Транспорт. – 1983. – 328с.
4. Мнацаканов В.А. К теории тяговых параметров вагонов метрополитена. – М.: Труды ВНИИвагоностроения. – 1975. – вып. 26. – С. 89–103.
5. Исаев И.П. Стабильность характеристик электрических локомотивов. – М.: Транспорт. – 1976. – 308с.
6. Фергюсон Т. Основы проектирования электрической тяги. – М.: Трансжелдориздат. – 1957. – 407с. Перевод с английского.

Mnatsakanov Valery, FOUNDATIONS OF ELECTRICAL TRACTION

Electrical traction, place among sciences, aims and method of research, empiric and theoretic laws.

Мнацаканов Валерий Александрович – ООО «ТОМАК, ЛТД», Генеральный директор, кандидат технических наук, член-корреспондент РИА.

Контактные тел.: (495) 993-46-19; (495) 683-74-47; 8-916-544-76-29

e-mail: [tomakltd@mtu-net.ru](mailto:tomakltd@mtu-net.ru);

[www.tomakltd.com](http://www.tomakltd.com)