

Торшин Владимир Викторович, Пащенко Федор Федорович

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/40.html](http://www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/40.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2009. № 12 (31): в 2-х ч. Ч. I. С. 120-122. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/](http://www.gramota.net/materials/1/2009/12-1/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

шине *N-N типа* можно получить *увеличение тока в два раза*, если увеличить количество параллельных ветвей в два раза. В-*третьих*, Мощности, затрачиваемые на возбуждение, а следовательно и затраты на медь одинаковы. В-*четвертых*, в конструкции машины *N-N типа* требуется дополнительно два полюса для проведения магнитного потока и двух щеток для снятия дополнительной э.д.с.

Таким образом, из *двухполюсной* машины можно создать электрическую машину, обладающую свойствами *четырех* полюсной машины, повысив тем самым мощность и к.п.д. *двух* полюсной машины за счет включения в работу *дополнительных* проводников якоря.

#### Список литературы

1. Вольдек А. И. Электрические машины. Л.: Энергия, 1978. С. 527.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Торшин Владимир Викторович, Пащенко Федор Федорович  
Институт проблем управления РАН им. В. А. Трапезникова

Научно-технический прогресс требует совершенствования и углубление знаний при создании новых электрических машин. Проблема состоит в том, чтобы повысить эффективность не только существующих типов электрических машин, но и создать образцы на основе *новых эффектов*, законов и закономерностей. Для этого необходимо не только совершенствовать существующие конструкции машин, но и рассматривать с новых позиций те составляющие физических законов, на которых основываются принципы действия этих машин.

В основе работы большинства электрических машин лежит магнитное поле [1], [2]. Поэтому задачи *получения, распределения и использования* магнитного поля являются весьма актуальными задачами при создании новых *перспективных электрических машин* и совершенствования известных, хорошо зарекомендовавших себя на практике. Если применить принцип суперпозиции, когда магнитное поле можно рассматривать отдельно от электрического поля (хотя в действительности это невозможно, поскольку оба поля являются единым электромагнитным полем), то можно выявить некоторые особенности магнитного поля.

Следует сказать, что речь идет, прежде всего, о *магнитном поле возбуждения постоянных электрических машин*. При технических расчетах, почти во всех электрических машинах постоянного тока, поле возбуждения принимается равномерно распределенным (соленоидальным) или *однородным магнитным полем вдоль воздушного зазора* [2]. Хотя, если строго подходить, то в таком поле имеются участки с большей или меньшей концентрацией плотности магнитной индукции вследствие неравномерности поверхности, как самих полюсных башмаков, так и неравномерностей поверхности ротора, набранного из пластин. Кроме того, на краях полюсов имеет место *«выпучивание»* магнитного поля, т. е. образуется так называемое *поле рассеяния*. Такие краевые потоки рассеяния магнитного поля является отрицательным свойством для электрических машин, поскольку в пространство уходит полезная часть энергии на возбуждение магнитного поля.

Итак, магнитное поле возбуждения в зазорах электрических машин не является *жестко равномерным и однородным*, однако на практике этими потерями пренебрегают, а потери на создание магнитного поля возбуждения учитываются с помощью различных коэффициентов, естественно считая, что магнитное поле в зазоре *однородно*. Если каким-то образом, *использовать эти потери энергии магнитного поля*, то можно повысить мощность, к.п.д. и другие динамические характеристики электрических машин.

Кроме указанного, в электрических машинах *постоянного* тока не используются те участки обмотки ротора, в которых непосредственно вырабатывается э.д.с., или иначе выражаясь, протекают силовые токи якоря. Например, в двухполюсных электрических машинах постоянного тока основные *активные* проводники якоря, в которых наводится э.д.с. (в режиме генератора) или протекают токи источника (в режиме двигателя) находятся под *главными* полюсами. Те же *проводники якоря*, которые находятся *между полюсами*, не участвуют в создании э.д.с. или механического момента, или имеют невысокие величины. На *«геометрической»* нейтрали создаваемые такими проводниками э.д.с. или момент, в этой зоне вообще равны нулю. Именно поэтому на этой нейтрали устанавливают щетки, для того чтобы смена полярности протекающего в рамке обмотки якоря проходила без искрения. Это обстоятельство приводит к тому, что 30%-40% активных проводников якоря размещается вне поля возбуждения, а, следовательно, *почти половина проводников якоря работает холостую*. Точно такое же явление происходит и в электрических машинах с большим числом пар полюсов, с той лишь разницей, что в этом случае, использование магнитного поля более рационально. Если каким-то образом, *создать условия для участия «холостых» проводников*, то технические показатели электрических машин (и, прежде всего мощность и к.п.д.) *можно существенно повысить*.

Посмотрим как с помощью *логических преобразований* [3] можно создать такие условия, при которых появляется возможность использования *«холостых» проводников* в электрических машинах постоянного тока. В ранее опубликованной статье [4] рассматривалась методика построения различных логических функций в электродинамике и, в частности, приводится выражение для *обобщенного закона Ампера, выраженного в логической форме*, который можно записать с помощью алгебры логики в виде следующей конъюнкции:

$$z_A = \left| \begin{array}{c} X_{\text{мех}_{\text{пер}}} \\ X_{\text{мех}_{\text{пост}}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} X_{\text{маг}_{\text{пер}}} \\ X_{\text{маг}_{\text{пост}}} \end{array} \right| \cdot \left| \begin{array}{c} X_{\text{электр}_{\text{пер}}} \\ X_{\text{электр}_{\text{пост}}} \end{array} \right|, \quad (1)$$

где параметры  $X_{\text{мех}_{\text{пер}}}$ ,  $X_{\text{маг}_{\text{пер}}}$ ,  $X_{\text{электр}_{\text{пер}}}$  с индексом «пер» обозначают переменные, а параметры  $X_{\text{мех}_{\text{пост}}}$ ,  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}$ ,  $X_{\text{электр}_{\text{пост}}}$  с индексом «пост» постоянные составляющие механических, магнитных и электрических полей.

На основе этого логического закона было построено восемь (!) логических функций для получения электрического поля. Особо отметили логическую функцию для получения электрического потенциала в проводнике, помещенном в постоянное магнитное поле, выведенную из закона (1). Покажем это соотношение:

$$X_{\text{электр}} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}} \cdot X_{\text{электр}_{\text{пост}}} \quad (2)$$

Логическая функция (2) формулирует эффект Холла [1] и эффект генерации электрического потенциала [5], записанные в логической форме. Конъюнкция (2) означает, что для получения электрического поля (электрического потенциала) необходимо и достаточно существование постоянного магнитного поля и постоянного электрического поля (без наличия механической составляющей, т.е. без перемещения проводника). В логической форме выражение (2) можно записать несколько иначе, если учитывать знаки электрического и магнитного поля. Для магнитного поля это означает смену полярности полюсов магнита с северного полюса  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\oplus}$  на южный полюс  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{-}$ . Для электрического поля это означает изменение полярности источника тока, т.е.  $X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{\oplus}$  при положительном направлении тока и  $X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{-}$  в противоположном направлении. Итак, следуя этой логике из формулы (2) можно вывести еще четыре выражения для получения электрического поля, получим:

$$\left. \begin{array}{l} 1. X_{\text{электр}} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\oplus} \cdot X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{\oplus}, \\ 2. X_{\text{электр}} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\oplus} \cdot X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{-}, \\ 3. X_{\text{электр}} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{-} \cdot X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{\oplus}, \\ 4. X_{\text{электр}} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{-} \cdot X_{\text{электр}_{\text{пост}}}^{-}. \end{array} \right\} \quad (3)$$

Но это еще не все. Смена полярности полюсов магнитов может быть осуществлена одновременно. Такое событие происходит тогда, когда проводник с током помещается в магнитное поле, образованное полюсами с различными сочетаниями полярности. Например, противоположные полюсы могут быть одновременно северными N-N или южными S-S. Таким образом, суммарное постоянное магнитное поле  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma}$  может быть образовано конъюнкцией полюсов различной полярности. Возможны следующие логические варианты сочетаний полюсов (5).

$$\left. \begin{array}{l} 1. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2}, \\ 2. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S2}, \\ 3. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S2}, \\ 4. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2}, \\ 5. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2,S2}, \\ 6. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S2,N2}, \\ 7. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S2,N2}, \\ 8. X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{\Sigma} = X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2,S2}. \end{array} \right\} \quad (4)$$

Первые четыре логических уравнения выражения (4) достаточно ясны (так, например, первый магнитный полюс  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1}$  имеет знак «север» и расположен против северного полюса второго магнитного полюса  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2}$ ). Логические уравнения с пятого по восьмой номер выражения (4) записаны для случаев, когда ориентация магнитных полюсов магнитов несколько иная. Так, например, в выражении 5 (4) северный и южный полюса первого магнита  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N1,S1}$  располагаются напротив северного и южного полюсов второго магнита  $X_{\text{маг}_{\text{пост}}}^{N2,S2}$ , аналогичным образом расшифровываются обозначения и в последующих логических уравнениях (4).

С учетом выражения 4 условия для выполнения логических функций (3) могут быть записаны в виде восьми дополнительных логических функций. А если учитывать тот факт, что электрическое поле также может изменять полярность (3), то таких уравнений можно получить уже шестнадцать:

$$\begin{aligned}
 1. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 2. &= X_{\text{маг.пост}}^{S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 3. X_{\text{электр}} X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 4. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 5. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2,S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 6. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2,N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 7. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2,N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 8. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2,S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{\oplus}, \\
 9. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 10. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 11. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 12. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 13. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2,S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 14. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{N1,S1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2,N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 15. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{S2,N2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}, \\
 16. X_{\text{электр}} &= X_{\text{маг.пост}}^{S1,N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2,S2} \cdot X_{\text{электр.пост}}^{-}.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Практическая реализация каждого из логических уравнений (5) дает в конечном итоге *различную величину* индуктируемой электродвижущей силы (в случае генератора) или механический момент (в случае двигателя). Например, можно полюса в электрической машине постоянного тока располагать по типу  $X_{\text{маг.пост}}^{N1} \cdot X_{\text{маг.пост}}^{N2}$  (уравнение 1 (5)), создавая встречное (*выпуклое*) магнитное поле возбуждения. В этом случае *двух* полюсная машина становится *четырёх* полюсной, а, следовательно, количество *активных* проводников якоря увеличивается, а *«холостых»* снижается.

При таком *логическом* подходе к способу формирования постоянных магнитных и электрических полей можно создавать электрические машины с совершенно *новыми* техническими характеристиками. Таким образом, перед конструкторами открываются возможные *направления* для проектирования *новых*, перспективных электрических машин и аппаратов.

#### Список литературы

1. Грабовский Р. И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1970. С. 615.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. Л.: Энергия, 1978. С. 527.
3. Торшин В. В., Бусыгин Б. П., Пащенко Ф. Ф. Логические методы в электродинамике. М.: ЦП ВАСИЗДАСТ, 2007. С. 352.
4. Торшин В. В. Логическая электродинамика // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2008. № 7. Математика, физика, технические науки и методика их преподавания. С. 203-208.
5. Торшин В. В., Бусыгин Б. П., Пащенко Ф. Ф., Круковский Л. Е. Эффект генерации постоянного электрического тока в неподвижном проводнике в постоянном магнитном поле // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2008. № 12 (19). Математика, физика, технические науки и методика их преподавания. С. 188-193.