

Нашел информацию о том, что глинистые сланцы составляющие Корниловское геологическое обнажение сходны с Лагерносадской свитой, которая вскрывается в коренных обнажениях по правому берегу р. Томи в районе г. Томска, а также по рекам Ушайке, Басандайке и Тугояковке, о том, что свита сложена серыми и темно-серыми алеврито-глинистыми, иногда углисто-глинистыми сланцами с прослоями алевролитов и мелкозернистых песчаников и в единичных случаях глинистых мшанковых известняков. Далее провел исследование физических и химических свойств образцов, которые взял в западной части Корниловского геологического обнажения. Мои предположения, что это мел, в результате химических исследований не подтвердились. Я очень благодарен доктору геолого-минералогических наук, профессору, заведующему кафедрой динамической геологии геолого-географического факультета Томского государственного университета Парначева Валерия Петровича за консультацию и помощь в определении того, что данный образец мелового возраста, но не происхождения и является ничем иным как корой выветривания, так же мы выяснили, что наше Корниловское отложение и его кора выветривания схоже по своим физическим свойствам с обнажением в Лагерном саду. Валерий Петрович порекомендовал мне заняться поиском в данном геологическом обнажении отпечатков древней флоры и фауны. Этим я намерен заниматься в весенне-летний период 2014 год. Также обнажение может стать объектом изучения геологической истории земли, как для учащихся школы, так и для студентов геологических факультетов. Также Корниловское геологическое обнажение является свидетелем существования древнего моря на территории Томской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Адам А.М., Ревушкин Т.В., Нехорошев О.Г., Бабенко А.С. Особо охраняемые природные территории Томской области. Учебно-справочное пособие.- Томск Изд-во НТЛ 2001.
2. Врублевский В.А., Нагорский М.П., Рубцов А.Ф., Эрвье Ю.Ю. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. - Томск изд-во Том. ун-та, 1987.
3. Евсеева Н.С. География Томской области: Природные условия и ресурсы.- Томск изд-во ТГУ, 2003.
4. Парначев В.П., Парначев С.В. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска.- Томск, изд-во ТГУ, 2010.
5. Официальный сайт Департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области: <http://teguldet.tomsk.gov.ru>

## РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Жданов И.С.

*МБОУ Лицей при ТПУ, Томск*

*Руководитель: Доцент кафедры ЭЭС ЭНИН НИ ТПУ, В.В. Шестакова*

#### **Постановка проблемы, цели, задач**

**Проблема:** Первоначальная моя цель заключалась: в проектировании и сборки модели для демонстрации основных принципов работы асинхронного электродвигателя, в предварительном расчёте его характеристик. Я сделал ротор. Он представлял собой стальное кольцо с определенным радиусом и массой. Для начала мне нужно было рассчитать вращающий момент для него. Т.е., условно говоря, определить какой должна была быть силы вращающее магнитное поле, чтобы крутить его с определенной частотой вращения. К моему удивлению в курсе физики не было ни одной задачи даже отдаленно напоминающей задачи поставленные мной. После изучения большого количества литературы на эту тему, я пришёл к такому же выводу. Наиболее близкой оказалась задача, представленная в [4], заключающаяся в расчете вращающего момента для диска индукционного реле, помещенного в магнитное поле с известной магнитной индукцией. Вращающий момент, создаваемый полем, пропорционален квадрату тока в обмотке. Пропорционален, но не равен. Знак равенства можно поставить, если учесть некий коэффициент пропорциональности  $K$ , который выбирается по таблицам в зависимости от типа реле. Для разрабатываемой модели электродвигателя указанные коэффициенты, конечно, не подходят. Я предположил, что коэффициент

$K$  для модели зависит от массы, формы и площади поверхности ротора, от числа витков обмоток статора, от их расположения в пространстве друг относительно друга, расстояния между ротором и обмотками и т.д. Эти коэффициенты рассчитываются экспериментально. После более подробного изучения вопроса выяснилось, что я имею дело с так называемой униполярной индукцией, которая заключается в наведении токов в проводящих телах, вращающихся в магнитном поле, и является частным случаем электромагнитной индукции [3]. Впрочем, и там никаких указаний по расчету не было. Я решил, спроектировав модель, вывести формулу для её расчёта, используя знания курса школьной физики и по ней рассчитать нужные характеристики.

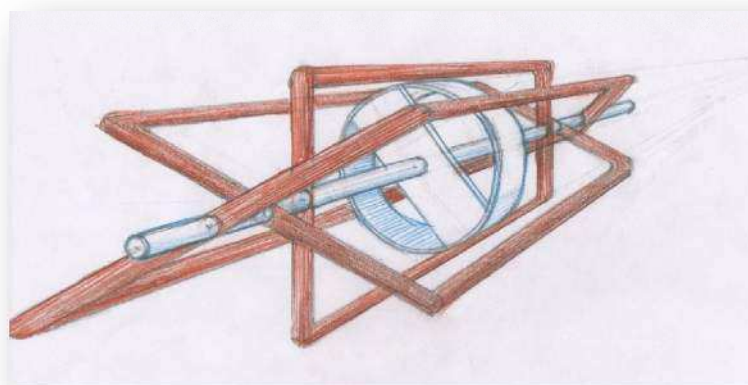
**Цель работы:** Разработка алгоритма расчета параметров АД и проверка их правильности на основе собранной модели.

**Задачи:**

- 1) Путем математического моделирования на базе теории электрических машин разработать конструкцию физической модели, позволяющую наглядно демонстрировать основные принципы работы АД.
- 2) Вывести формулу для расчёта характеристик спроектированного двигателя.
- 3) По полученным приблизительным подсчётам реализовать физическую модель.
- 4) Проверить достоверность полученной формулы экспериментально.

**Проектирование модели. Разработка конструкции**

Наиболее оптимальным было принято следующее конструктивное решение. Создать магнитное поле тремя обмотками, расположенными на одной оси и сдвинутыми относительно друг друга на 120 градусов. Ротор расположить внутри обмоток на той же оси. Разработка модели была начата с выбора размера и конструкции ротора. Предварительный расчет показал, что ротор, спаянный из медной проволоки большого диаметра (2-3 мм) по типу «беличья клетка», будет иметь массу не менее 15-20 г. Если же уменьшить массу ротора за счет уменьшения сечения проволоки, то такой ротор не будет обладать достаточной механической прочностью. Поэтому было принято решение использовать в качестве ротора тонкостенный цилиндр из жести. Масса такого ротора всего 6 г. Изготовление модели АД в виде уменьшенной копии реального двигателя в принципе возможно, однако требует доступа к металлообрабатывающим станкам и очень хороших слесарных навыков. Я задался вопросом – можно ли изготовить модель АД без стальных сердечников? Возможно ли создать в воздухе достаточно мощное магнитное поле, которое бы «раскрутило» какое-нибудь легкое проводящее тело? В [1] указывается, что без стальных сердечников создать двигатель даже мощностью всего около 1 Вт очень проблематично. Поэтому в проектировании данной модели изначально я не ставил задачу совершения какой-то механической работы. В дальнейшем я сделал рисунок модели (рис.1) по которому я в последствии ориентировался при сборке и выводе формулы.



*Рис.1 Модель*

**Вывод формулы**

Я предположил, что, если при правильных математических преобразованиях и выводах, основанных на законах физики, можно получить нужную формулу для расчёта характеристик моей модели. Целесообразно из этой формулы считать угловое ускорение ( $\alpha$ ), т.к. оно характеризует частоту вращения тела. В дальнейшем можно будет посчитать его значение экспериментально и через полученную формулу. А момент инерции( $J$ ) определяет массу и радиус тела. Я выделю основные используемые формулы:  $I = m r^2$  (2); (3);

$\tau = J \alpha$  (4);  $M = I \alpha$  (5);  $\tau = M r$  (6);  $M = B I S \sin \theta$  (7);  $\tau = B I S \sin \theta$  (8) После математических преобразований получается формула:

где  $J$ -момент инерции;  $M$ -вращающий момент (момент сил); $r$ -радиус ротора;  $\alpha$ -угловое ускорение ;  $I$  – индукционный ток ротора(амплитудный);  $R$ -сопротивление ротора;  $I_a$  – Сила ампера, действующая на ротор(амплитудная);  $B$ - магнитная индукция (вращающегося магнитного поля статора);  $S$ - площадь контура пронизываемая магнитным потоком  $\Phi$ ;  $I_s$  -ток статора;  $W$ -число витков каждой обмотке ;  $L$ -среднее расстояние от обмоток до ротора;  $b$ -магнитная постоянная -ширина ротора;  $K$ -толщина стенок ротора;  $2\pi r$ -длина окружности ротора.

По этой формуле видно, как зависит величина углового ускорения,  $\alpha$ , следовательно, и частота вращения от величин, характеризующих силу тока в обмотках, число витков и т.д. Для расчёта величины  $m$ ,  $h$ ,  $k$  остаются неизменными, т.к. они характеризуют сам ротор. Поэтому, задав определенное значение частоты вращения можно определить нужные значения силы тока статора, числа витков и среднее расстояние от обмоток до ротора.

#### Расчёт характеристик и реализация модели

Для расчёта я взял частоту 45 Гц (т.к. поле вращается с частотой 50 Гц). Подставив в выведенную формулу, я посчитал значения:  $W=120$ (число витков);  $I_s=11,5A$ ; Среднее расстояние от обмоток до ротора 3 мм. По этим данным я реализовал физическую модель трёхфазного асинхронного электродвигателя (Рис.2).

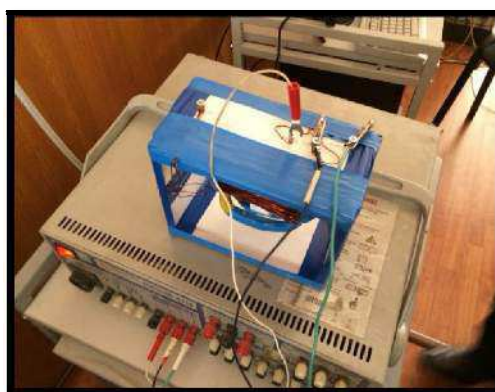
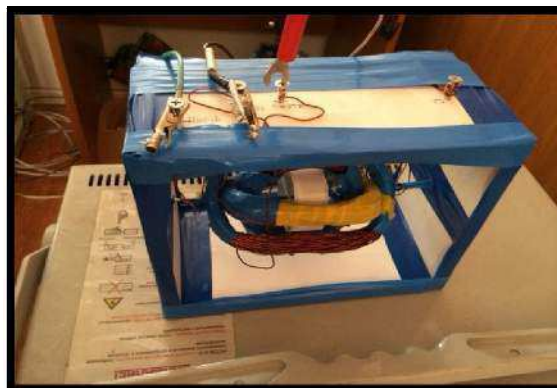


Рис.2 Физическая модель

### Проверка формулы

Мне нужно было посчитать значение углового ускорения экспериментально. Пусковой ток оказался 0.9 А, при этом ротор вращался довольно медленно и можно было засечь число оборотов в минуту, оно приняло значение 150. Далее я посчитал угловое ускорение по стандартной формуле:  $\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 39,25 \text{ с}^{-2}$ . Потом нужно было посчитать его через выведенную формулу, чтобы хоть как-то убедиться в её относительной правильности, для этого я подставляю значения силы тока в статоре 0.9 А, при этом по формуле:  $\varepsilon = 37,845 \text{ с}^{-2}$ .

**Вывод:** Разработанная конструкция физически реализована и работает так, как и планировалось. Выведенная формула является довольно точной для данной модели двигателя, т.к. значения, посчитанные экспериментально и теоритически приблизительно совпали. Чтобы подтвердить правильность формулы абсолютно, нужно проводить ещё большее количество опытов и расчётов.

#### Литература:

1. Виноградов «Как самому рассчитать и сделать электродвигатель» -156 с.
2. В.А. Касьянов; «Физика» - 429 с.
3. Википедия — свободная энциклопедия [<https://ru.wikipedia.org/>]. Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BD%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BD%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F), свободный (дата обращения 01.03.2014).
4. Беркович М.А., Молчанов В.В., Семенов В.А. Основы техники релейной защиты. – М.: Энергоатомиздат. – 1984. – 320 с.
5. А.А. Пинский, О.Ф. Кабардина; «Физика» - 446 с.

## ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ СИЛИКАТ - КАЛЬЦИЕВЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Пуговкина Ю.С.

*МБОУ лицей при ТПУ, 11 класс, г.Томск*

*Руководитель: Кутугин Виктор Александрович, старший преподаватель каф.ТСН,ТПУ*

На текущий момент на рынке строительной и теплоэнергетической изоляции теплоизоляционные и теплостойкие материалы с температурой эксплуатации выше 500°C представлены весьма ограниченно. Из отечественных материалов используются вермикулитовые плиты, минераловатные изделия, перлитовые плиты на неорганическом связующем. Однако они имеют существенные недостатки.

В качестве альтернативы перечисленным материалам можно рассматривать плиты из силиката кальция, выпускаемые, например, датской фирмой Skamol. Данные плиты обладают более высокими характеристиками и их можно использовать до температуры 1100°C. Производства таких материалов в России пока нет, а стоимость импортируемых изделий весьма высока.

В силу того, что для производства силикат кальциевых материалов используется дешевое и распространенное сырье: известь и кремнезем, то данное направление является привлекательным для проведения научных исследований.

Целью данной работы является исследование возможности получения силикат - кальциевых термостойких материалов на основе местного сырья.

Задачи работы:

- исследовать образцы силикат кальциевых материалов датской и китайской компаний для установления их минералогического и фазового состава;
- предложить гипотезу разработки технологии;