

Таблица – Средняя экспертная оценка по каждому виду картона

Критерий качества	Средняя оценка				
	Avanta Prima, 330 г/м <sup>2</sup>	Carta Solida, 320 г/м <sup>2</sup>	Alaska, 255 г/м <sup>2</sup>	Umka, 320 г/м <sup>2</sup>	Umka, 280 г/м <sup>2</sup>
Косина	10,0	10,0	9,8	9,9	9,6
Укрывистость	9,9	10,0	8,6	5,7	3,2
Четкость тиснения	10,0	9,9	8,3	6,1	4,7

Эксперимент показал, что лучшим качеством обладают оттиски, полученные на целлюлозных видах картона с мелованным покрытием Avanta Prima, Carta Solida и Alaska. Более низкого качества оказались оттиски из макулатурного картона Umka.

Как видно, для относительно плотного картона с мелованной поверхностью изменение весовых характеристик незначительно влияет на качество оттиска.

Относительно низкие показатели качества для макулатурных видов картона свидетельствуют о влиянии микронеровностей запечатываемой поверхности на качество тиснения. Поэтому можно считать, что одним из основных факторов, влияющим на качество, является именно гладкость поверхности, а не весовые показатели. В результате исследования влияния структуры запечатываемой поверхности на качество тиснения можно сделать вывод, что увеличение микронеровностей поверхности запечатываемого материала ухудшает качество тиснения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бобров, В. И. Технология и оборудование отделочных процессов / В. И. Бобров, Л. Ю. Сенаторов. – М.: МГУП, 2008. – 434 с.
2. Долгова, Т. А. Исследование влияния технологических параметров на качество горячего тиснения фольгой // Труды БГТУ. 2011. №9: Издат. дело и полиграфия. С. 41–45.

УДК [004.92 + 004.32.8]:378

Студ. Марчик М.Л., Ратайко Ю. Н.

Науч. рук. доц. Беляев В. П.

(кафедра полиграфического оборудования и систем обработки информации, БГТУ)

#### СОЗДАНИЕ БАЗЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

**Введение.** Одним из представителей городского тягового электро-транспорта является пассажирский трамвайный вагон. Он приводится в

движение двумя транспортными тележками, каждая из которых имеет две пары ведущих колес. Каждая пара колес расположена на одной оси, приводящейся во вращение через редуктор одним тяговым электродвигателем постоянного тока последовательного возбуждения. Таким образом, на каждой транспортной тележке устанавливаются два электродвигателя. Для создания синхронности вращения колесных пар от этих электродвигателей их якорные цепи соединены также последовательно. Такое конструктивное решение электромеханической системы электроподвижного состава предусматривает использование в ней электродвигателей, обладающих практически идентичными рабочими характеристиками. Под действием регулируемого источника напряжения по последовательно соединенным обмоткам возбуждения, добавочных полюсов и обмоткам якоря двух двигателей протекает общий ток, создающий электромеханические (электромагнитные в воздушном зазоре машин) моменты на их валах. Эти моменты через кинематику передаются на общую ось колесных пар. Колесные пары силой тяжести трамвайного вагона с помощью рельсового пути оказываются соединенными механически, т. е. в принципе должны иметь одну и ту же скорость вращения. Степень сцепления во многом обуславливается состоянием окружающей среды (дождь, снег, влажность, листва, различный мусор и т. п.). Указанные факторы существенно снижают силы трения (фрикционного сцепления) в зоне контакта колес с рельсами. Отличающиеся друг от друга механические характеристики при одном и том же значении тока в обмотках якорей двигателей предусматривают различие в значениях их скоростей, поэтому при уменьшенном из-за погодных условий сцеплении возможно проскальзывание одной колесной пары тяговой тележки относительно другой. Особенно это явление будет наблюдаться при малых скоростях двигателя, поскольку в этой зоне наблюдается значительное расхождение характеристик по току. Промышленное изготовление должно гарантировать идентичность рабочих характеристик всех выпускаемых электродвигателей. Однако ремонтные работы по восстановлению коллекторов, якорных обмоток, обмоток добавочных полюсов и обмоток возбуждения, выполняемые специализированными подразделениями предприятий, обслуживающих электроподвижной состав, не позволяют по разным причинам, в которые можно включить реальное качество ремонтного оборудования и квалификацию ремонтников, достичь упомянутой идентичности всех экземпляров отремонтированных электродвигателей. Неидентичность рабочих характеристик приводит к тому, что при одном и том же общем токе, одинаковых значениях электромеханических моментов этих двигателей и одинаковой скорости

вращения колесных пар в силу электрического равновесия их общей якорной цепи возникает неравенство напряжений, приложенных к якорной цепи каждого двигателя:

$$U_{\text{пит сети}} = U_{\text{я1}} + U_{\text{я2}} = (E_{\text{я1}} + R_{\text{оя1}} \cdot I_{\text{я общ}}) + (E_{\text{я2}} + R_{\text{оя2}} \cdot I_{\text{я общ}})$$

Неравенство указанных напряжений создается из-за возникшей разницы между ЭДС каждого двигателя и падением напряжения на активном сопротивлении его обмотки якоря этого двигателя, а также из-за разницы падения напряжения на активных сопротивлениях обмоток возбуждения и добавочных полюсов.

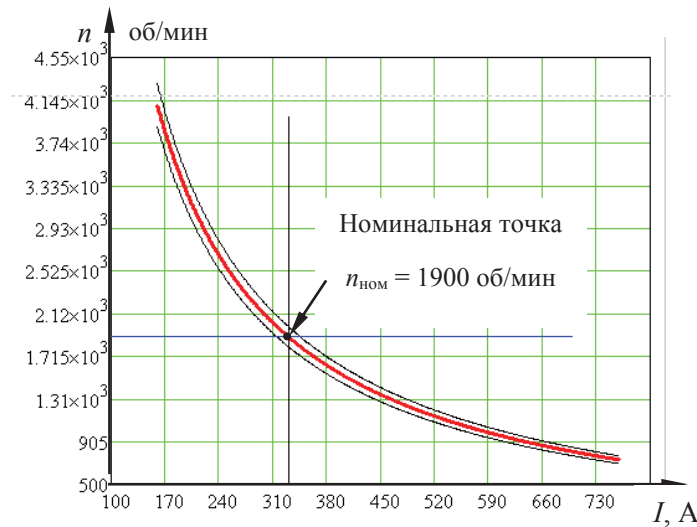
Разное падение напряжения приводит к перераспределению общего напряжения питающей сети, приложенного к якорным цепям электродвигателей. На одной якорной цепи напряжение увеличивается, на другой – уменьшается. Увеличение напряжения на якорной цепи в различных режимах нагрузки (токах) неблагоприятно сказывается на процессе коммутации этого двигателя.

Для корректного выбора пары электродвигателей после ремонтного обслуживания необходимо иметь информацию об их механических характеристиках и о степени соответствия одной другой. Предлагается это выполнить программным продуктом, разработанным в среде *Mathcad*.

**Разработка программы оценки механических характеристик.** Полученные экспериментальным способом электромеханические характеристики  $I = f(n)$  заносятся в программу в матричном виде в качестве исходных данных. Для получения эталонной характеристики записывается её теоретическое выражение для двигателя последовательного возбуждения

$$n(I) = \frac{U_{\text{ном}} - R_{\text{я}} I}{c_e \cdot k_{fn} \cdot I},$$

где  $U_{\text{ном}}$  – номинальное напряжение питания обмотки якоря;  $R_{\text{я}}$  – активное сопротивление якорной цепи при рабочей температуре;  $c_e$ ,  $k_{fn}$  – коэффициенты, характеризующие конструкцию и магнитное состояние машины и определяющиеся расчетным путем из номинального режима работы двигателя. Затем задаются пределы инженерного допуска в отклонении исследуемых характеристик относительно эталонной. Графически это представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Зона допустимых характеристик**

Следующим шагом была разработка программы определения расположения хотя бы одной из  $N$  характеристик внутренних координат кривой в пределах 5% от эталонной кривой. Если хотя бы одна из точек  $N$ -ой характеристики не лежит в пределах этой зоны, то этой характеристике присваивается значение «не лежит», а иначе – «лежит», рисунок 2.

```

Проверка_лежания_в_зоне :=
  for i ∈ 1..rows(N)
    for j ∈ 1..rows(Ni)
      Li ← i
      Ti ←
        "лежит" if n2[(Ni)j,1] ≤ (Ni)j,2 ≤ n1[(Ni)j,1]
        otherwise
          Ti ← "не лежит"
          break
  return (L, T)
    
```

**Рисунок 2 – Алгоритм выявления сходимости характеристик**

**Заключение.** Разработанная программа формирует базу механических характеристик, позволяет проводить выбор пары двигателей наиболее подходящих по своим параметрам для установки их на тяговую тележку. Алгоритм программы имеет возможность работать с большим по численности количеством характеристик, устанавливать необходимую точность подбора характеристик, имеет возможность вывода результатов на графическое изображение.