Практическая
Механика

198095, Россия, Санкт-Петербург
ул. Маршала Говорова, д. 52
+7 812 718-4090 тел.
+7 812 252-7703 факс
info@prmeh.ru
http://prmeh.ru

Отчет № 256/12-2013

Двигатель постоянного тока привода крутильной машины ВСК 13

Исполнители работ	Инженер-электрик отдела технического сервиса ООО «Практическая Механика» Попов В.Н. тел.: +7 812 332-3474 моб.: +7 911 988-8739 e-mail: vitaly.popov@prmeh.ru
Средства проведения испытаний	Статический анализатор AWA IV-12 Динамический анализатор Explorer 4000 Тепловизор TKTI 20 Детектор электрических разрядов SKF TKED 1
Дата измерений	15.10.2013 г.

SKF Сертифицированный партнер SKF по техническому обслуживанию · Rexroth Bosch Group · optibelt · CHESTERTON · LINCOLN · KTR · NORD DRIVESYSTEMS

Цель работы:

– проведение электротехнических испытаний двигателя постоянного тока с независимым возбуждением привода крутильной машины ВСК 13.

Проведение статических испытаний

Условия проведения испытаний:

– испытанию подвергалась только обмотка возбуждения;
– испытания проводились с коробки выводов двигателя.

Таблица 1. Основные данные

Тип	Заводской номер	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение обмотки якоря, В	Номинальный ток обмотки якоря, А	Номинальное напряжение обмотки возбуждения В	Номинальный ток обмотки возбуждения А
123 4 У3	3570	200	440	505	220	17

Таблица 2. Испытание сопротивления обмоток возбуждения постоянному току

Фаза обмотки	R_{t1}, Ом	t_1, ˚C	R_{t2}*, Ом	t_2, ˚C
A1-A2	7.445	45	6.779	20

где $R_{t2}^* = R_{t1}(t_2 + 235)/(t_1 + 235)$ – приведенное к температуре t_2 значение сопротивления, измеренного при температуре t_1;

Таблица 3. Испытание сопротивления изоляции обмотки статора

Обозначение выводов обмотки	Сопротивление изоляции, МОм	
	R''_{60} при T=45 °C	R''_{60} при T=40 °C
F1-F2 (⊥)	1580	1645

Изоляция обмотки статора испытана U = 500 В в течение 1 минуты.
Минимальное значение $R''_{60} \geq 0.5$ МОм (для данного типа ЭД).

Таблица 4. Измерение индекса поляризации

Время, мин	Ток, мкА	Сопротивление, МОм	Индекс поляризации $К_{пол}$	Коэффициент абсорбции $К_{абс}$
0:15	0.35	1457		1.11
0:30	0.33	1545		
0:45	0.32	1593		
1:00	0.32	1562		
1:30	0.31	1612		
2:00	0.31	1645		
2:30	0.31	1612		
3:00	0.31	1612		
4:00	0.30	1666		
5:00	0.30	1666		
6:00	0.30	1666		
7:00	0.30	1666		
8:00	0.30	1666		
9:00	0.30	1666		
10:00	0.30	1666	1.06	

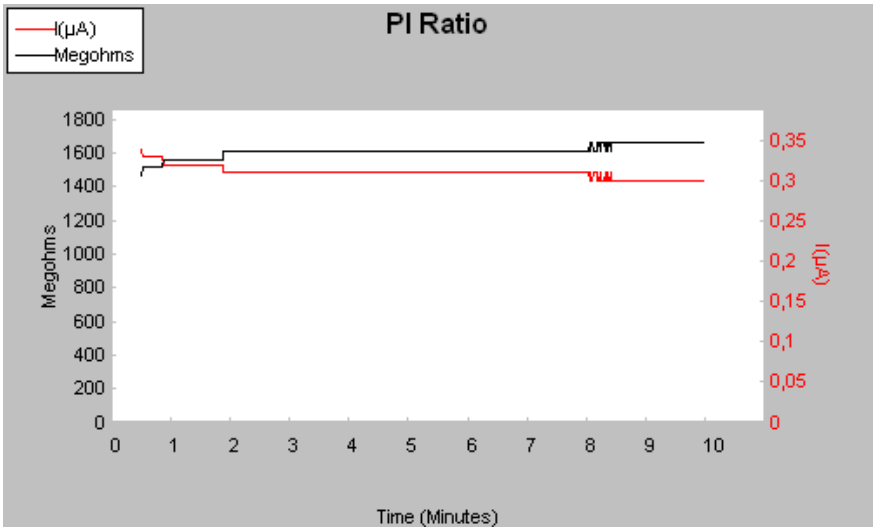

Рис. 1. Измерение индекса поляризации

где коэффициент абсорбции $К_{абс} = I_{R60} / I_{R15}$ ($К_{абс} \geq 1.2$ для данного типа ЭД);
индекс поляризации $К_{пол} = I_{R600} / I_{R60}$ ($К_{пол} > 2.0$ для данного типа ЭД).

Изоляция обмотки статора испытана U = 500 В в течение 10 минут.

Таблица 5. Испытание изоляции обмоток статора повышенным напряжением

Обозначение выводов обмотки	$U_{исп.}$, кВ	$I_{ут.}$, мкА ($t_{исп.}$ 60 с)	$U_{исп.}$, кВ	$I_{ут.}$, мкА ($t_{исп.}$ 60 с)	$U_{исп.}$, кВ	$I_{ут.}$, мкА ($t_{исп.}$ 60 с)	$U_{исп.}$, кВ	$I_{ут.}$, мкА ($t_{исп.}$ 60 с)	$U_{исп.}$, кВ	$I_{ут.}$, мкА ($t_{исп.}$ 60 с)	$К_и$
F1-F2 (⊥)	500	0.31	750	0.47	1000	0.60	1260	0,80	1510	1.00	1.07

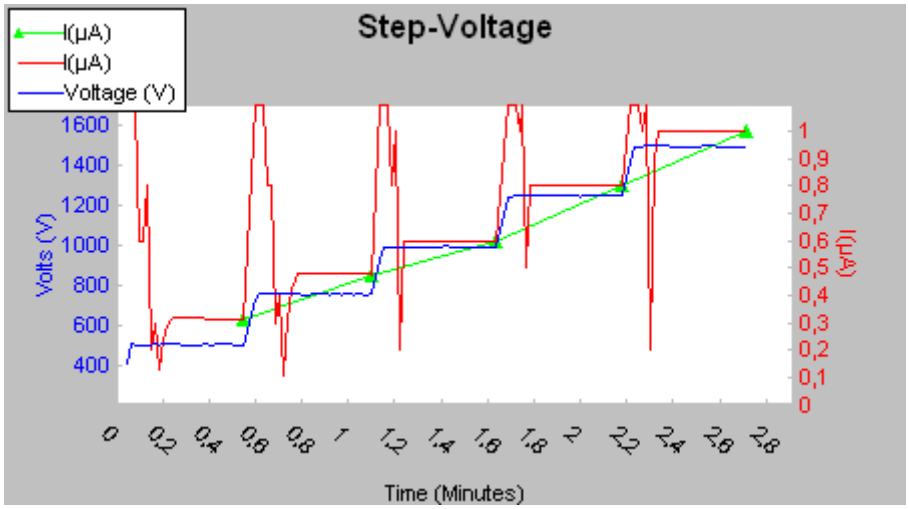

Рис. 2. Измерение пошаговым напряжением

где $K_и = (I_{ут.max}\ U_{исп.min})/(I_{ут.min}\ U_{исп.max})$ – коэффициент нелинейности;
максимальное рекомендуемое значение $K_{и\ доп.} \leq 2$.

Таблица 6. Испытание изоляции обмоток статора импульсом высокого напряжения

Фаза обмотки	Напряжение, В	$K_{пп}$, %	$K_{пп\ доп.}$, %
F1 - F1	0-1500	3.3	10

где $K_{пп}$ – коэффициент площади погрешности (%);
$K_{пп\ доп.}$ – предельно допустимое значение коэффициента погрешности (%).

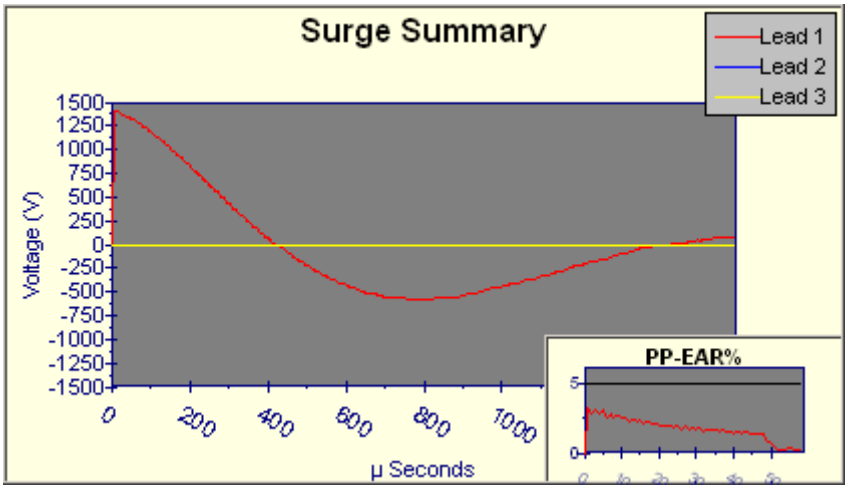

Рис. 3. Испытание импульсом

Проведение динамических испытаний

Условия проведения испытаний:

– испытания проводились с коробки выводов электродвигателя.

Таблица 7. Режим работы электродвигателя

	Основные данные	Результаты измерений
Выходная мощность, кВт	200.00	39.4
Скорость вращения, об/мин	400	—
Напряжение возбуждения, В	220	99.01
Ток обмотки возбуждения, А	17	16.15
Напряжение якоря, В	440	280.76
Ток якоря, А	505	144.90
Момент на валу, Нм	—	1854.35
Процент загрузки, %	—	19.97

Таблица 8. Общие параметры

Тест	Значение	Оценка	Выше нормы	Опасный уровень
Уровень напряжения возбуждения, %	45.00	Норма	105	110
Уровень напряжения на якоре, %	63.81	Норма	105	110
Искажение напряжения на якоре, %	1.08	Норма	2.00	3.00
Пульсация тока якоря, %	54.00	Опасный уровень	6.00	9.00
Уровень тока на якоре, %	28.69	Норма	105	110
Уровень тока возбуждения, %	94.25	Норма	105	110.00
Сопротивление сильного поля, %	36.23	Норма	110.00	120.00
Сопротивление слабого поля, %	47.09	Опасный уровень	90	80
Уровень нагрузки, %	19.97	Норма	110	120

Формы сигналов

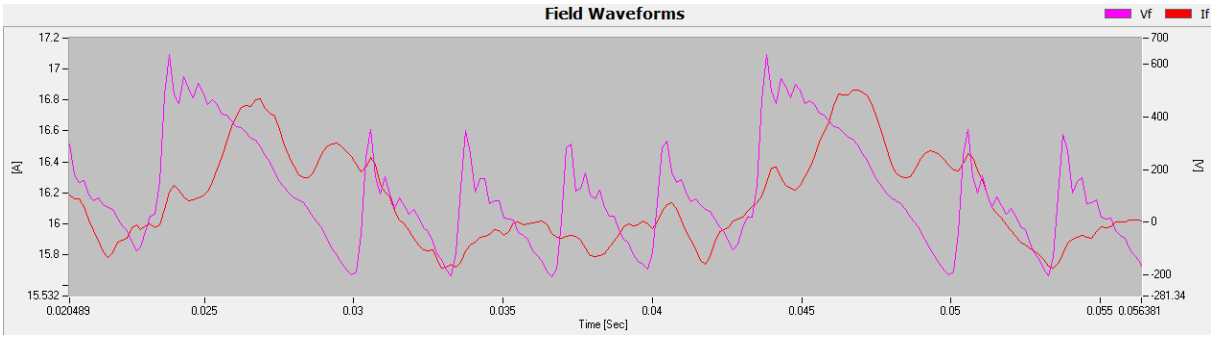

Рис.4 Форма сигнала обмотки возбуждения

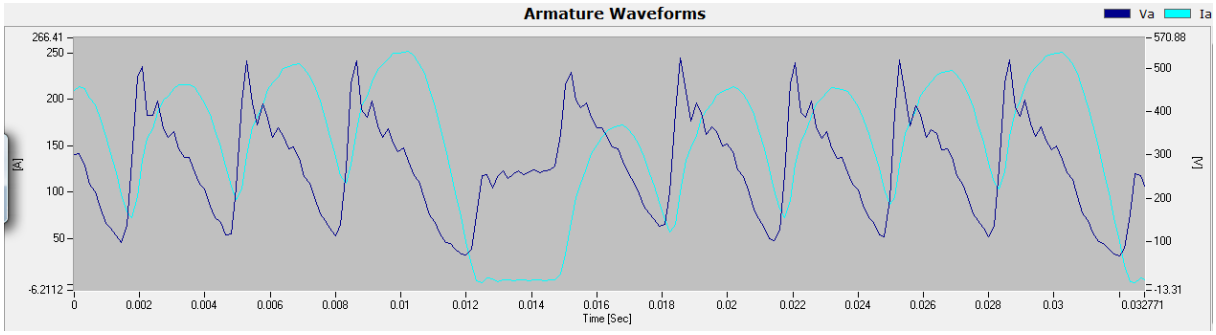

Рис.5 Форма сигнала обмотки якоря

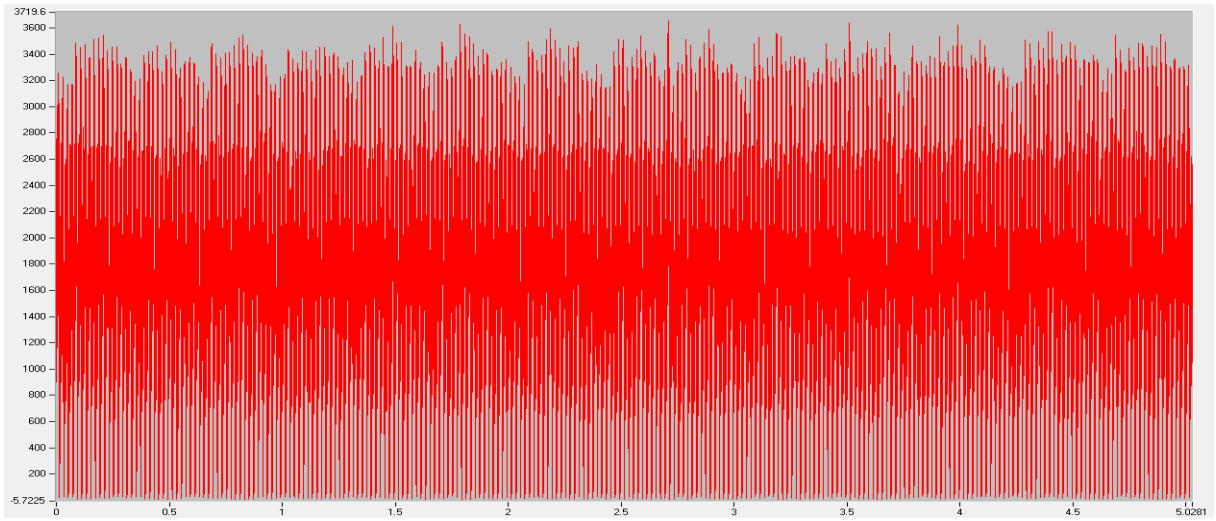

Рис. 6 Форма пульсации крутящего момента на валу ЭД (Н/м, сек).

Пульсация крутящего момента определяется как максимальное значение крутящего момента за период сбора данных, разделённое на среднее арифметическое крутящего момента за тот же период.

Пульсация крутящего момента является мерой того, насколько мала полоса крутящего момента, окружающая среднее значение крутящего момента в состоянии покоя.

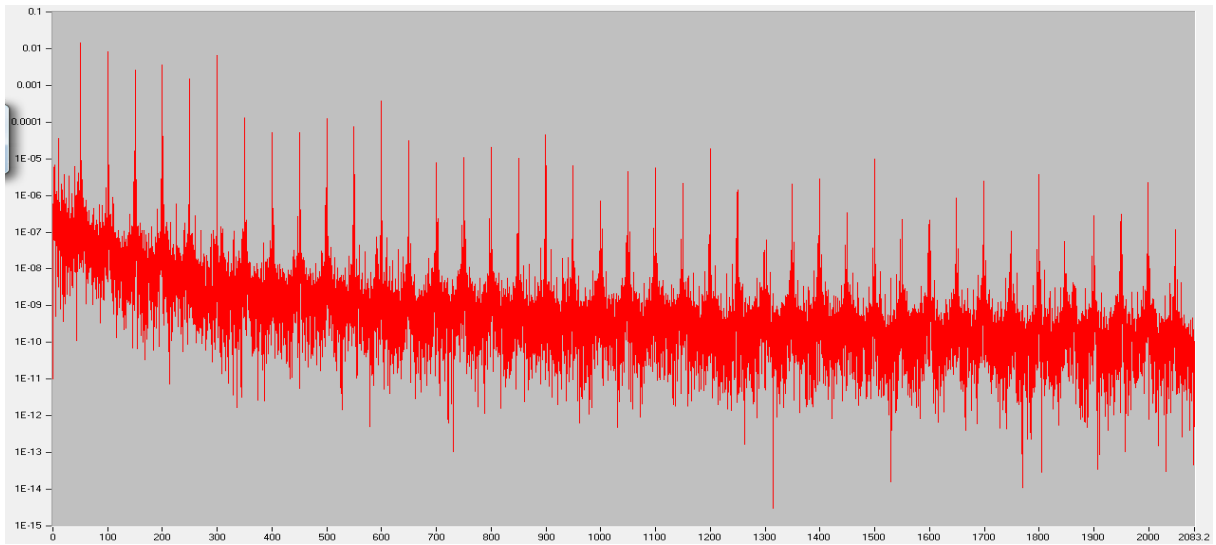

Рис. 7 Спектр момента на валу (Гц).

Таблица 9. Измерения детектором электрических разрядов

Точка измерения	Количество разрядов за 10 с	Количество разрядов за 10 с	Количество разрядов за 10 с
Передний подшипник	0	0	0
Корпус электродвигателя	0	0	0
Задний подшипник	0	0	0

Условия окружающей среды при проведении измерений:
- температура воздуха +17 ˚С
- влажность 70 %
- атмосферное давление 764 мм.рт.ст.

Нормативные документы, на соответствие требованиям которых проведены испытания: ПУЭ, РД 34.45-51.300-97, ПТЭЭП.

Заключение:
Результаты статических испытаний:

1. Сопротивление изоляции R''_{60} = 1645 МОм > 0.5 МОм – хороший уровень изоляции.
2. Коэффициент абсорбции $К_{абс}$ = 1.11 < 1.2 – ниже нормы.
3. Индекс поляризации $К_{пол}$= 1.06 < 2.0 – ниже нормы.
4. Коэффициент нелинейности $К_{и}$ = 1.07 < 2 – соответствует рекомендациям.
5. Коэффициент площади погрешности $К_{пп}$ = 3.3 % < 10 % – межвитковый пробой отсутствует.

Результаты динамических испытаний:

1. Уровень напряжения в обмотке возбуждения – в норме.
2. Уровень напряжения в обмотке якоря – в норме.
3. Общие искажения – в норме
4. Уровень тока в обмотке возбуждения – в норме.
5. Уровень тока в обмотке якоря – в норме.
6. Пульсация тока якоря – опасный уровень.
7. Сопротивление сильного поля – норма.
8. Сопротивление слабого поля – опасный уровень.
9. Процент загрузки – в норме.
10. Электрические разряды – отсутствуют.
11. Температурный режим работы ЭД – в норме.

В результате проведения статических испытаний обнаружен низкий уровень коэффициента абсорбции (табл. 4), что говорит о некоторой увлажненности изоляции. Однако, это не ограничивает эксплуатацию двигателя, согласно РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», двигатели постоянного тока нельзя пускать в эксплуатацию при низком коэффициенте абсорбции, если номинальное напряжение двигателя превышает 500 В, в данном случае напряжение ниже. Низкий уровень индекса поляризации может быть обусловлен свойствами диэлектрических материалов.

При проведении диагностики динамической системы обнаружен опасный уровень пульсации тока якоря (табл. 8), что может быть следствием большого дисбаланса

напряжения питания привода (переменного напряжения) и другими неполадками привода, что подтверждают формы сигналов напряжения обмотки возбуждения и якоря (рис. 4 и 5) – отсутствуют один из шести полупериодов с выпрямителя. Этим обусловлена большая пульсация момента на валу. Низкий уровень сопротивления слабого поля, вероятнее всего обусловлен низкой температурой обмотки, т.к. двигатель не успел нагреться до проведения диагностики.

Остаточный ресурс изоляции обмотки статора определяется при постоянном и периодическом проведении статических испытаний от 6-ти раз.

Рекомендации:

– провести контроль входного напряжения на привод (выпрямитель);
– проверить исправность привода (вентильные группы, тиристоры, диоды и т.д.);
– после выполненных данных действий провести повторную электротехническую диагностику;
– по возможности произвести сушку обмотки возбуждения;
– периодичность электротехнических испытаний определится после устранения данных дефектов и проведения повторной диагностики**.**

Генеральный директор
ООО «Практическая Механика» Сальников В.В.

Работы выполнил: Попов В.Н.