

## УДК 621.51

Л. В. ДУБИНЕЦЬ, Д. В. УСТИМЕНКО, Є. О. ЖЕРНАКОВ (ДПТ),  
Р. В. КРАСНОВ (Дніпропетровське локомотивне депо ТЧ-8)

# ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ КОМПРЕСОРІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

На основі статистичних даних досліджено вплив умов експлуатації на надійність двигунів компресорів електропоїздів постійного струму. Основною причиною високої пошкоджуваності двигунів є значний перегрів обмоток якоря та головних полюсів в наслідок тривалих перевантажень по струмові. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є вдосконалення апаратури захисту.

На основании статистических данных проведено, исследование влияния условий эксплуатации на надежность двигателей компрессоров. Основной причиной выхода из строя двигателей является значительный перегрев обмоток якоря и главных полюсов вследствие длительных перегрузок током. Одним из путей решения этой проблемы есть усовершенствование аппаратуры защиты.

On the basis of the statistical data it is lead, research of influence of conditions of operation on reliability of engines of compressors. A principal cause of failure of engines is significant overheating windings of an anchor and the main poles owing to long overloads a current. One of ways of the decision of this problem is improvement of the equipment of protection.

Статистика виходів з ладу в депо Дніпропетровськ двигунів ДК 406, 409 (електропоїздів EP1, EP2) показує, що кількість виходу з ладу вказаних типів двигунів по роках складає:

2000 р – 54; 2001 р. – 34; 2002 р. – 42; 2003 р. – 56; 2004 р. – 31; 2005 р. – 32; 2006 р. – 25.

Причини виходу з ладу вказаних типів двигунів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Статистика виходу з ладу двигунів ДК 406, 409

Вид несправності	Кількість пошкоджень, по рокам						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Прогар обмотки якоря	31	15	23	25	14	17	15
Знос сальника	4	5	4	4	3	2	1
Брак моторно-якірного підшипника	5	1	—	5	—	—	—
Пробій обмотки збудження	9	6	4	8	5	3	—
Обрив вала	5	2	5	4	4	3	6
Зношення вала	—	2	—	2	—	2	—
Прогар обмоток головного полюса	2	1	6	6	5	3	1
Зношення колектора	—	1	—	1	—	1	—
Вихід з ладу моторно-якірного підшипника	—	1	—	1	—	1	2

У вищевказані роки загальна кількість двигунів ДК 406, 409 в експлуатації була одна й таж, що приблизно складає  $\Delta = 45$  машин. Тобто вважаємо, що кількість двигунів, за якими велося спостереження, дорівнює  $\Delta = 45$ .

Для оцінки надійності окремих вузлів двигунів використаємо поняття пошкоджуваності,

як відношення кількості машин, що вийшли з ладу по тим чи іншим причинам (табл. 1) до загальної кількості машин, за якими велося спостереження. Результати наведені у табл. 2.

Пошкоджуваність основних вузлів двигунів ДК 406, 409

Вид несправності	Пошкоджуваність, по рокам						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Прогар обмотки якоря	0,69	0,33	0,51	0,56	0,31	0,38	0,33
Знос сальника	0,09	0,11	0,09	0,09	0,07	0,04	0,02
Брак моторно-якірного підшипника	0,11	0,02	0	0,11	0	0	0
Пробій обмотки збудження	0,2	0,13	0,09	0,18	0,11	0,07	0
Обрив вала	0,11	0,04	0,11	0,09	0,09	0,07	0,13
Зношення вала	0	0,04	0	0,04	0	0,04	0
Прогар обмоток головного полюса	0,04	0,02	0,13	0,13	0,11	0,13	0,02
Зношення колектора	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Вихід з ладу моторно-якірного підшипника	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0,04

Середня пошкоджуваність вузлів за 2000–2006 роки складає:

- прогар обмотки якоря – 0,44;
- знос сальника – 0,061;
- брак моторно-якірного підшипника – 0,034;
- пробій обмотки збудження – 0,11;
- обрив вала – 0,091;
- зношення вала – 0,017;
- прогар обмоток головного полюса – 0,083;
- зношення колектора – 0,0086;
- вихід з ладу моторно-якірного підшипника – 0,014.

Таким чином, електричні пошкоджуваності (прогар обмотки якоря та обмотки головного полюса, пробій обмотки збудження) складають основну масу пошкоджень. Очевидно, що потрібно звернути особливу увагу на експлуатаційні причини, які впливають на стан ізоляції. Серед багатьох цих причин звернемо увагу на реальний стан захисту двигунів при їх перевантаженнях. Спостереження показали, що пуск двигунів компресорів (особливо в зимових умовах) триває до декількох десятків секунд. Якщо при цьому не забезпечити потрібний тепловий захист, то відбувається інтенсивний перегрів ізоляції, її старіння та вихід з ладу із часом після здійснення певної кількості „важких” пусків. На електропоїздах ЕР1, ЕР2 для захисту силового кола двигуна компресора, коли по ньому проходить струм більший робочого значення, але менший струму уставки реле пере-

вантаження, передбачено теплове реле ТРВ-8,5. Це реле дає команду на розмикання кола живлення двигуна компресора при струмі 12–15 А. При струмі 12 А теплове реле спрацьовує через 60 секунд, а при струмі 30 А – через 2,5 секунди. При струмі 35 А спрацьовує реле перевантаження Р-103. Номінальний струм двигуна компресора 4,65 А.

На рис. 1 наведені дослідні характеристики  $t = f(I)$  двох екземплярів теплових реле ТРВ-8,5, які знаходились в експлуатації, де  $I$  – струм через біметалічну пластину реле;  $t$  – час спрацювання реле.

Із характеристики 1 (рис. 1) видно, що при струмі 10 А реле №1 спрацьовує через 1050 секунд. Ймовірно, що струм у 10 А, який більше, ніж у два рази перевищує номінальний струм двигуна, за такий тривалий час (1050 с) викличе перегрів ізоляції. Звернемо увагу, що реле №2 (характеристика 2 рис. 1) при струмі 10 А спрацювало через 80 секунд, що в достатній мірі відповідає діючим вимогам.

В результаті огляду технічного стану систем захисту двигунів компресорів на електропоїздах ЕР1, ЕР2 було виявлено, що біля 60 % парку рухомого складу експлуатується з тепловими реле, які мають різного роду несправності, а інколи ці реле взагалі відсутні. Це призводить до експлуатації двигунів компресорів з недопустимими перевантаженнями по струму, що в свою чергу призводить до прискореного старіння ізоляції машини і передчасного виходу їх з ладу.

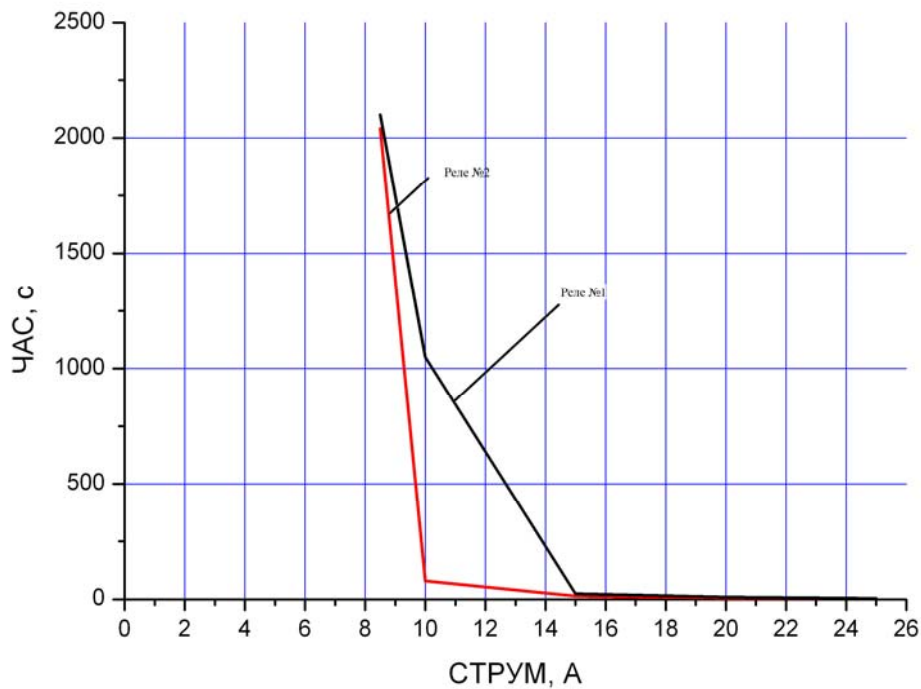


Рис. 1. Дослідні залежності  $t = f(I)$  теплових реле ТРВ-8,5

Розглянутий вище матеріал дає можливість зробити висновок про необхідність суттєвого підвищення захисту кіл двигунів компресорів як під час пуску, так і після запуску. Доцільно у теперішній час використати сучасні датчики струму і мікроконтролери, що дає змогу забезпечити високу надійність пристроїв захисту, а також їх точність спрацювання як по значенню струму, так і по часу. Можливо об'єднати функції діючих реле ТРВ-8,5 та реле перевантаження Р-103 в одному мікроконтролерному пристрої.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Левин Б. Р. «Надежность. Теория и практика» – М.: Мир, 1965. – 524 с.
2. Электропоезда постоянного тока П. В. Цукало, Н. Г. Ерошкин, А. И. Ковалев, А. А. Вашурин – М.: Транспорт, 1979. – 415 с.

Поступила в редколлегию 25.06.2007.