

8. Горобченко О. М. Визначення корисності дії інтелектуального агента керування рухом поїзду. Тези доповідей 71 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного».

Анотації:

Розглянуто питання визначення структури та теоретичної бази впровадження інтелектуальних систем, що самонавчаються, на рухомому складі. Також визначено структуру бази знань, на основі якої буде діяти інтелектуальний агент.

Ключові слова: інтелектуальний агент, самонавчання, база знань, тяговий рухомий склад, нечіткий класифікатор, машиніст локомотива

Рассмотрены вопросы определения структуры и теоретической базы внедрения самообучающихся интеллектуальных систем на подвижном составе. Также определена структура базы знаний, на основе которой будет действовать интеллектуальный агент

Ключевые слова: интеллектуальный агент, самообучение, база знаний, тяговый подвижной состав, нечеткий классификатор, машинист локомотива

The problems of defining the structure and implementation of the theoretical framework of self-learning intelligent systems on rolling stock. Also determined the structure of the knowledge base on which to base an intelligent agent will act.

Keywords: intelligent agent, self-study, knowledge base, traction rolling stock, fuzzy classifier, locomotive driver

УДК 621.313.13.024:621.512:629.423

КРАСНОВ Р. В., к.т.н., б/з (ДНУЗТ)

Аналіз роботи існуючого захисту електродвигунів ДК-409 компресорів електропоїздів ЭР-1, ЭР-2

Вступ

Згідно з аналізом відмов електрообладнання рухомого складу [1], кількість електричних пошкоджень електродвигуна ДК-409 компресора (пробій ізоляції обмотки якоря та обмотки збудження) складають в середньому 70 % від загальної кількості пошкоджень цих двигунів.

Однією з ймовірних причин, що призводить до інтенсивного перегрівання ізоляції і передчасного виходу її з ладу є недосконалий захист машини, як при короткочасних (режим пуску) так і при тривалих перенавантаженнях.

Матеріали і результати дослідження

Захист від перенавантажень електродвигунів запобігає недопустимому перегрі-

ванню двигуна, який можуть спричинити порівняно невеликі за величиною, але тривалі, теплові навантаження. Цей захист використовується тільки для двигунів тих механізмів, у яких можливі ненормальні підвищення навантаження при порушенні робочого процесу. Апарати захисту при виникненні перенавантаження вимикають двигун з певною затримкою часу. Більшою – при менших перенавантаженнях, а у випадках значних перенавантажень – з меншою.

Електродвигун ДК-409 компресора ЭК-7Б на електропоїздах ЭР-1, ЭР-2 захищений від струмів перенавантаження та струмів коротких замикань за допомогою реле перенавантаження Р-103 з механізмом повернення Р-102. На схемах його позначають як РПД, РПК, РПО (рис. 1).

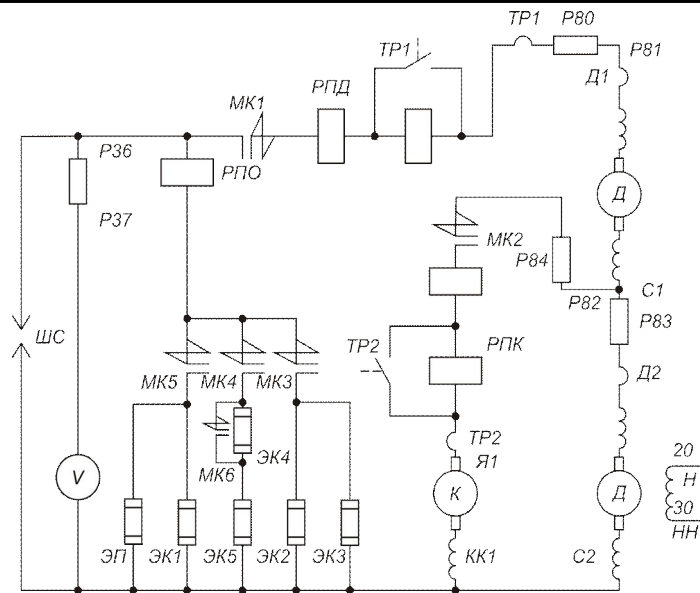


Рис. 1. Схема високовольтних допоміжних кіл головного вагона електропоїзда ЭР-1 (ЭР-2)

Реле складається із двох частин: верхньої високовольтної (P-103), що контролює струм перенавантаження, і нижньої низьковольтної (P-102), що виконує функції відновлюючого реле (механізму повернення). Обидві частини працюють у сполученні одна з одною. Реле P-103 являє собою конструкцію клапанного типу, на магнітопроводі якого встановлена силова котушка, включена послідовно з колом, що захищається.

У реле перенавантаження компресора для підключення теплових реле ТРВ-8,5 силові котушки поділені на дві секції. Струм уставки реле перенавантаження більше найбільшого пускового, який може виникнути в процесі пуску при найбільшій напрузі в контактній мережі. Реле перенавантаження не забезпечує захист від тривалих струмів перенавантаження, менших від струмів уставки. Тому система захисту доповнена тепловим самовідновлювальним реле ТР2 (типу ТРВ-8,5), контакти яких при цьому розмикаються і вводять в коло другу секцію котушки РПК. Загальна кількість діючих витків котушки реле перенавантаження в цьому випадку збільшується і його струм уставки знижується.

Напруга на двигун компресора К подається контактором МК2 від середньої точки дільника напруги Д. Реле перенавантаження компресора має дві послідовно ввімкнених обмотки, одна з яких зашунтована блок-контактом теплового реле ТР2. При досягненні струму у колі якоря електродвигуна компресора значення більшого ніж струм уставки реле перенавантаження РПК, останнє спрацьовує і своїм блок-контактом розриває коло живлення котушки контактора МК2 (на рис. 1 коло котушки МК2 не показано).

При спрацьовуванні теплового реле ТР2 блок – контакт ТР2 розмикається, тому в коло якоря вводиться друга обмотка, що приводить до зменшення струму спрацьовування РПК. Реле РПК спрацьовує і своїм блок-контактом розриває коло котушки контактора МК2.

В основу принципу дії теплового реле ТРВ-8,5, як і більшості теплових реле даного типу, покладено деформування внаслідок нагрівання біметалевої пластини. Внаслідок нагрівання біметалева пластинка деформується, призводячи до спрацьовування механізму захисту.

При струмі 12 А теплове реле повинно спрацьовувати через 60 секунд, а

при струмі 30 А – через 2,5 секунди. При струмі 35 А і більше спрацьовує реле перенавантаження РПК (рис. 1) типу Р-103. Згідно з паспортними даними номінальний струм електродвигуна ДК-409 компресора дорівнює 4,65 А

Автором проведені стендові випробування 10 екземплярів реле типу ТРВ-8,5 з метою встановлення реального часу, за який відбувається спрацьовування даних реле при відповідних значеннях діючого струму.

На основі отриманих експериментальним шляхом усереднених результатів збудована залежність $t=f(I)$ теплових реле ТРВ-8,5 і представлена на рис. 2.

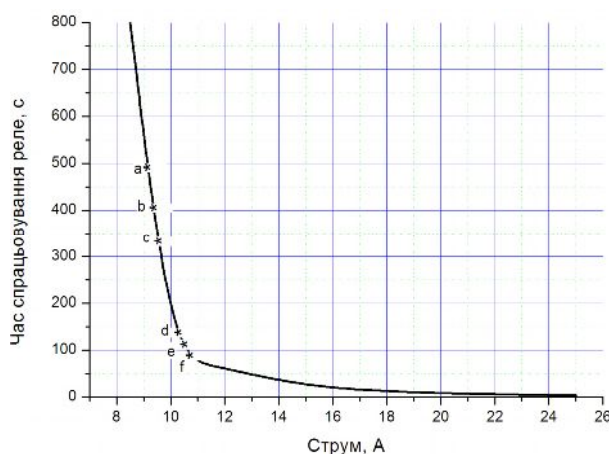


Рис. 2. Дослідна залежність $t=f(I)$ теплових реле ТРВ-8,5

Стендові випробування показали, що при затягуванні з різних причин (особливо взимку) процесів пуску та подальшої роботи, при яких струм якоря $5 \text{ А} < I_{\text{я}} < 10 \text{ А}$, може відбутися перегрівання ізоляції, що підтверджується статистичними даними по кількості пошкоджень ізоляції двигунів компресора в експлуатації (до 70 % від загальної кількості пошкоджень цих двигунів). Таким чином, існує потреба в детальному аналізі причин перегріву ізоляції двигунів компресора електропоїздів ЭР-1, ЭР-2 з урахуванням реальних умов їх експлуатації у теперішній час.

Температура навколишнього середовища може значно впливати на механічні характеристики компресора і відповідно на значення струму в його електродвигуні. По мірі зниження температури в результаті збільшення в'язкості мастила зростають момент опору компресора і моменти тертя у приводних двигунах. Поршневі компресори, що широко застосовуються на електрорухомому складі, мають найбільший момент тертя внаслідок значно розвинених поверхонь тертя.

В результаті експериментальних досліджень поршневого компресора типу Э-500, що також використовується на рухомому складі (електровози ВЛ-60) і має аналогічну конструкцію до компресора ЭК-7Б, проведених при різних температурних умовах, отримана залежність початкового моменту опору від температури при відсутності протитиску (рис. 3) [2]. При низьких температурах застосовувався зимовий тип мастила К-12 або КС-12.

Як видно з графіка (рис. 3) початковий момент опору значно залежить від температури навколишнього середовища. При зниженні температури навколишнього середовища від $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ величина початкового моменту опору збільшується в 2 рази, а якщо врахувати дію протитиску, це значення дещо збільшиться.

Особливе значення має підвищений момент опору холодного компресора на електропоїздах. У випадку, коли на електровозі мотор-компресор не запускається, машиніст може, наприклад, «розкачати» його вручну. На електропоїзді машиніст навіть не знає, який із мотор-компресорів не запустився.

Пуск електропривода – складний процес взаємодії моментів, в формуванні яких приймають участь електромеханічний перетворювач (електродвигун) з одного боку і технологічний механізм з другого [3].

Властивості двигуна та механізму (у нас це компресор) виражаються відповідними механічними характеристиками.

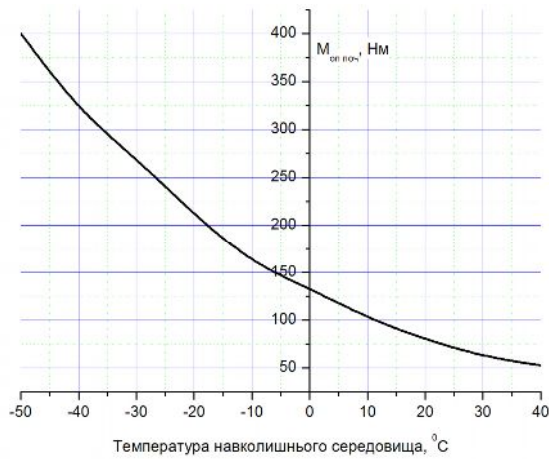


Рис. 3. Залежність початкового моменту опору компресора Э-500 від температури

В [4, 5] детально розглянуті моменти опору різних механізмів і особливо виділений момент рушання спокою в підшипниках та застиглому мастилу в картері (початковий статичний момент), що перевищує момент тертя $M_{тр}$, який існує після того, як агрегат зрушився з місця.

Механічні характеристики поршневого компресора $M=f(n)$ у відносних одиницях представлені на рис. 4.

Згідно з характеристикою а) – момент рушання компресора під навантаженням в 1,3 рази перевищує значення моменту опору $M_{оп.ст}$ (момент опору компресора після закінчення процесу пуску), що додатково ускладнює процес пуску.

Початковий момент опору $M_{оп.пocч}$ є наслідком роботи сил тертя спокою в підшипниках, ущільнювачах, циліндрі і кривошипно-шатунному механізмі, а також в зоні контакту поршня з технологічною середою. Момент опору зменшується по мірі повороту вала компресора в результаті руйнування складових, обумовлених в основному зміною в'язкості мастила в картері, а також зміною середовища, з яким взаємодіє поршень компресора.

При швидкості ω_1 компресор починає працювати відповідно до своєї природної механічної характеристики. Таким чином, в процесі рушання долаються сили тертя спокою. По мірі повороту вала компресора разом з руйнуванням зв'язків, які існують у

застиглому мастилі, відбувається зменшення моменту опору компресора (рис. 5, точка а).

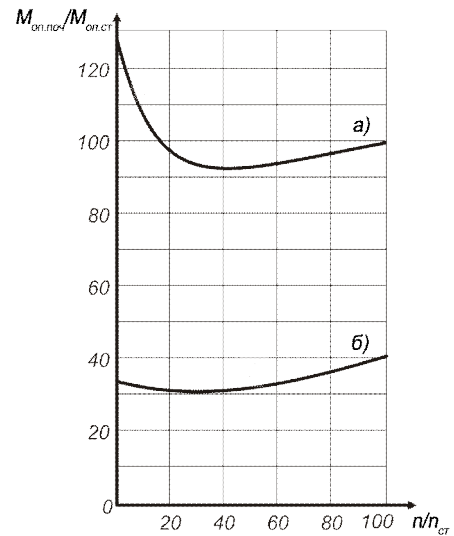


Рис. 4. Механічні характеристики поршневого компресора при пуску під навантаженням (протитиском) – а), та при пуску без навантаження – б)

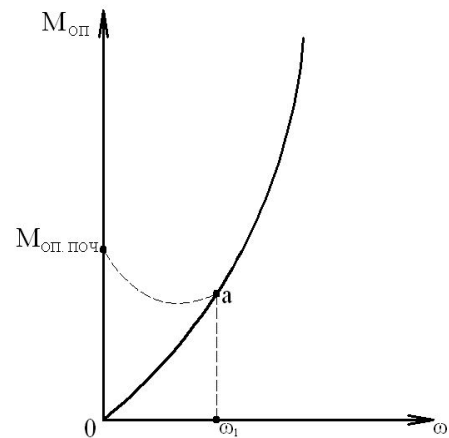


Рис. 5. Механічна характеристика поршневого компресора

Початковий момент опору $M_{оп.пocч}$ – знаходимо за допомогою рис. 3, з якого видно, що:

$$M_{оп.пocч} = 1,3M_{оп.ст} \quad (1)$$

Автором пропонується розглядати пуск компресора як такий, що складається з двох етапів: перший – напругу на

електродвигун подано, а ротор ще не обертається, другий – ротор набирає оберти від нуля до сталого значення.

Тривалість першого етапу пуску може бути збільшена також внаслідок погіршення технічного стану самого компресора, а саме через витікання мастила з картера компресора через зношені сальники або руйнування підшипників, що в свою чергу призводить до двох основних несправностей – обриву вала компресора [6] або пробою ізоляції обмотки якоря та полюсів.

Проведені дослідження, в тому числі експериментальні, показали, що тривалість першого етапу пуску технічно справного компресора без підігріву картера у зимовий період не перевищує 8-10 с, що не призводить до нагрівання ізоляції зверх допустимих меж. Але якщо компресор знаходиться у технічно несправному стані за вищевказаними причинами (такі випадки мають місце в експлуатації), то відповідно він буде працювати з підвищеним моментом опору. Під підвищеним значенням моменту опору будемо вважати такий момент, який після закінчення процесу пуску буде перевищувати значення номінального моменту ЕД компресора, тобто $M_{оп.ст} > M_{ном}$. Відповідно збільшення початкового моменту опору $M_{оп.поч}$, що призводить до збільшення тривалості першого етапу пуску, викликане в свою чергу збільшенням моменту опору механізму компресора. Таким чином електродвигун компресора буде працювати у режимах, при яких по колу якоря будуть протікати струми, що перевищують номінальний струм ($I_{ном} = 4,65$ А) протягом часу, за який ізоляція обмотки якоря нагрівається до небезпечних температур, не викликаючи при цьому спрацьовування теплового реле ТРВ-8,5 (точки а, б, с – перший режим роботи та d, е, f – другий режим роботи на рис. 2).

Важливо також враховувати реальний режим роботи приводного електродвигуна компресора. Як правило, мотор-компресори рухомого складу працюють у повторно-короткочасному режимі. Такий режим

характеризується наявністю циклів, що складаються з робочого часу t_p і паузи t_n .

Основний параметр повторно-короткочасного режиму – тривалість

$$ТВ = \frac{t_p}{t_p + t_n} \cdot 100 \% = 50 \% \quad \text{при}$$

тривалості циклу $T_{ц} = t_p + t_n = 10$ хвилин [7].

Технічний стан напірної магістралі, споживачів стисненого повітря, а також самого компресора впливають на режим роботи системи мотор-компресор. Так, при зношеній поршневій групі компресор не розвиває потрібної продуктивності, а отже для створення необхідного тиску в магістралі потрібно більше часу. В цьому випадку робочий час t_p циклу збільшується, що може призвести до перегрівання електродвигуна компресора і, як наслідок, до передчасного його виходу з ладу.

До такого результату призводять також погіршений технічний стан напірної магістралі (низька щільність) і несправність споживачів стисненого повітря (електропневматичних вентилів і т. і.).

При певній сукупності вказаних причин значення $M_{оп.поч}$ може бути таким, що струм в обмотці якоря буде $5 \text{ А} < I_{я} < 10 \text{ А}$, при якому теплове реле не спрацьовує, а перегрів ізоляції відбувається. Тому постає задача про вдосконалення системи захисту електродвигунів компресорів.

Висновки

У статті автором проведено аналіз роботи існуючого захисту електродвигунів компресорів електропоїздів постійного струму ЭР-1, ЭР-2 від аварійних режимів і доведена доцільність заміни вказаного захисту на більш сучасний тому, що даний тип захисту свої функції не виконує.

Список літератури:

1. Вплив умов експлуатації на надійність двигунів компресорів електропоїздів

постійного струму / Р. В. Краснов та ін. // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 18. – С. 29-31.

2. Некрасов, О. А. Вспомогательные машины электроподвижного состава переменного тока / О. А. Некрасов. – М.: Транспорт, 1967. – 168 с.

3. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.

4. Сыромятников, И. А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. / И. А. Сыромятников.; под ред. Л. Г. Мамиконянца – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 200 с.

5. Гладырь, А. И. Трогание и пуск как фазы единого процесса / А. И. Гладырь // Научн. труды КГПУ. Вып. 1 /2001(10) – С. 24-29.

6. Механічні пошкодження електродвигунів компресорів та їх зв'язок з тривалістю першого етапу пуску / Р. В. Краснов та ін. // Збірник статей Харківської національної академії міського господарства. – 2013. – Вип. 109. – С. 122 – 127.

7. Технічний паспорт компресора ЕК-7Б електропоїзда постійного струму ЭР-1, ЭР-2. 1982. – 24 с.

Анотації:

В статті проведено аналіз роботи існуючого захисту електродвигунів компресорів ДК-409 електропоїздів постійного струму ЭР-1, ЭР-2 і доведена доцільність заміни вказаного захисту на більш сучасний так як даний тип захисту свої функції не виконує.

Ключові слова: електродвигун компресора, апарати захисту, перевантаження, теплове реле, момент опору, електропоїзд.

В статье проведен анализ работы существующей защиты электродвигателей компрессоров ДК-409 электропоездов постоянного тока ЭР-1, ЭР-2 и доказана целесообразность замены указанной защиты на более современную так как данный тип защиты свои функции не выполняет.

The article analyzes the protection of the existing compressor motor DK-409 electric DC ER-1, ER-2 and the expediency of replacing the specified protection to a more modern as the given type of protection does not perform its function.

УДК 629.4.075

САМОРОДОВ В.Б., д.т.н., професор (НТУ «ХП»)

БОНДАРЕНКО А.І., к.т.н., доцент, докторант (НТУ «ХП»)

КОЖУШКО А.П., аспірант (НТУ «ХП»)

Порівняльний аналіз математичних моделей процесу розгону універсальних самохідних машин

Вступ

Сучасні колісні трактори останнім часом почали широко використовуватися не тільки при виконанні сільськогосподарських операцій, транспортних робіт в сільській місцевості і містах, але й як промисловий транспорт, і як мотовози (рис. 1), що дуже ефективно в порівнянні з тепловозами за рахунок маневреності, оперативності та

мобільності, високого коефіцієнта використання техніки, економічності, низьких експлуатаційних витрат.

Мотовози на базі тракторів здатні замінити маневрові тепловози середнього класу на підприємствах гірської, хімічної, металургійної промисловості, а також в морських і річкових портах, на складах, елеваторах, на ремонтно-будівельних і інших підприємствах з наявністю під'їзних